



ERNEST ORLANDO LAWRENCE BERKELEY NATIONAL LABORATORY

对国际上家电标准、标识、奖励的影响评价框架的评述

**Nan Zhou, John Romankiewicz, Edward Vine,
Nina Khanna, and David Fridley**

中国能源研究室
环境能源技术部
劳伦斯伯克利国家实验室

2012年12月

这项工作是由能源基金会的中国可持续能源项目和国际电器标准标识合作组织通过美国能源部合同 DE-AC02-05CH11231 所支持的

声明

本文是对美国政府所赞助项目的记述。尽管我们相信本文所含的信息是准确的,但是美国政府和各有关部门、加州大学校务委员会以及它们的雇员并不对本文所披露的资讯、设备、产品、工艺的准确性、完整性、实用性作任何保证、表述、暗示及承担任何法律责任,而且并非代表它们的使用将不会侵犯任何私人权益。本文所引证的任何具体商业产品、加工工艺和服务的商业名称、商标、制造厂商等并非构成或暗示获得美国政府和各有关部门、加州大学校务委员会的认可、推荐或者赞赏。本文作者所表达的观点并非代表美国政府和各有关部门以及加州大学校务委员会。

劳伦斯·伯克利国家实验室是一个提供平等就业机会的雇主。

对国际上家电标准、标识、奖励的影响评价框架的评述

Nan Zhou, John Romankiewicz, Edward Vine, Nina Khanna, and David Fridley

中国能源研究室

环境能源技术处

劳伦斯·伯克利国家实验室

执行摘要

近年来，由于能源安全和气候变化已成为世界各地许多政府的首要政策问题，能效政策的实施数量有了非常迅速的增长。在能效政策领域中，各级政府(联邦和地方)、电力供应机构、以及其他类型的企业和机构正在实施各种各样的项目旨在工业、建筑、运输和电力行业推广能效实践。随着项目的激增，在行政上和商业上都有责任去评价这些项目的节约成效和实施过程以确保项目资金的支出能真正导致更高能效的经济。出自该责任的能效项目评价领域有以下的主要目标：

- 1) 度和验证具体能效项目的影响
- 2) 评价具体能效项目的实施过程
- 3) 知会项目管理人员和决策者在评估市场潜力和改善项目设计上的决策

在这三个目标中，重点是在度量项目的影响以及分析项目的运行过程。由于评价变得越来越重要，某些地区甚至在项目开始之前就拨出项目预算的一部分（例如 2-4%）用于评价工作，并将其成为惯例。表 1 总结了评价的类别和类型。最常见的评价是对潜力、过程、影响的评价，虽然最近也更加广泛地进行市场评估和市场影响评价。

- 可能性或可行性评价 — 也称为 *事前* 评价 — 是在项目的规划阶段中执行以预测项目的影响。
- 实施过程评价是在项目实施期间进行的，例如观察项目参与者与项目的互动及得到项目所预期的收益等情况。
- 最后是影响评价 — 也称为 *事后* 评价 — 用于确定项目对节能和环境所产生的影响。本报告将重点放在一组特定的能效项目（家电标准、标识、奖励项目）范围内的 *事前* 和 *事后* 评价方法。

表 1. 项目评价的类别和类型

评价类别	实施阶段	评价类型	评估层面
形成性	项目之前的规划阶段	市场评估 (包括特征, 基准)	市场、组合、项目
		可能性或可行性 (有时称为 <i>事前</i>)	组合、项目、工程
	实施阶段 — 正在进行	实施过程	组合、项目
总结性	实施阶段 — 正在进行 和/或 <i>事后</i>	影响	计划、项目、措施
		市场影响	市场、组合
		成本效益	组合、项目、工程

资料来源: 改编自 Brown et al. 2007

在影响评价中的基本研究问题是: 将如果在没有项目或干预措施之下也会发生的情况分离后, 一个项目或干预措施在节能方面 (以及其他影响, 例如电力需求和碳排放量的变化) 的真正影响是什么? 能效评价是计算能源的节约量, 即没有使用的能源。试图估计这种反事实的情况是非常繁难的, 评价者正不断努力从该过程中尽可能排除更多的不确定性。数据的类型、质量和来源与评价的费用以及有关该评价结果的不确定性有直接关系。例如, 评价者往往花费额外的开支来进行更多的实地测量或更大规模的调查以减少不确定性。图 1 显示了较少的不确定性会伴随着较高的评价成本的一般方向, 反过来也是一样的。

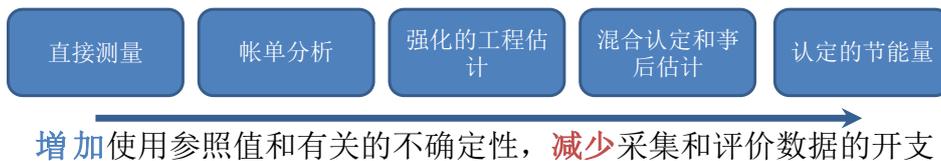


图 1. 在项目评价中对用能的测量和估计方法

资料来源: 改编自欧盟的 EMEES 和 ODYSSEE 项目

本报告参照了超过 60 项来自美国、欧盟、澳大利亚、和其他国家的评价研究, 并就独特的评价方法深入探讨了 30 项研究。当然, 在整个报告中更详尽地采用了十项研究来显示对家电标准、标识和奖励的评价计算和方法的举例。

美国和澳大利亚对标准评价做了一些研究, 特别是在美国的标准发展方面, 标准的*事前*评价发挥了很大的作用。图 2 概述了家电标准的*事前*和*事后*评价框架。虽然本报告对图中概述的七个步骤作了详细解释, 但一般的方法可以分为三个主要部分: 1) 产品存量模型, 2) 基准设定, 3) *事后*评价的选择。

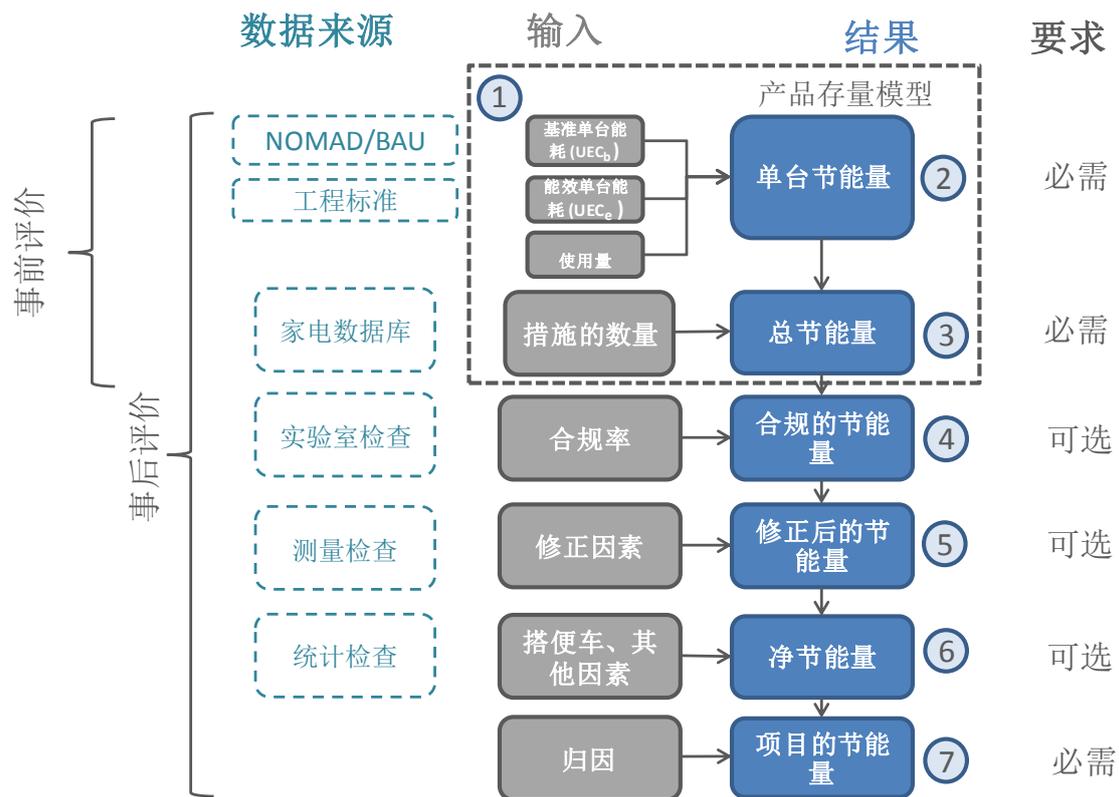


图 2. 标准的事前和事后评价框架

产品存量模型是大多数标准和标识评价的关键；它根据工程标准、寿命期、单台能耗来跟踪效率的分类和整批家电的能耗。基准能帮助确定在没有标准的情况下家电的效率会如何改善，通常指自然发生的市场接纳(NOMAD)。以下是主要的选择：

1. 不变的基准：新产品的效率保持在基准状况不变
2. 改进基准：凡有历年来的单台能耗 (UEC) 数据存在，新产品的效率改善与历年来自发的效率改善率相似，即未来会一直下降
3. 市场占有率基准：凡有不同效率的产品型号的市场占有率数据存在，可估计未来年份的效率基准
4. 巴斯(Bass)模型基准：以最先进的曲线拟合市场对能效产品的接纳来预测自然发生的市场接纳(NOMAD)

图 3 显示了来自最近对澳大利亚电冰箱标准和标识项目的评价的改进基准举例。

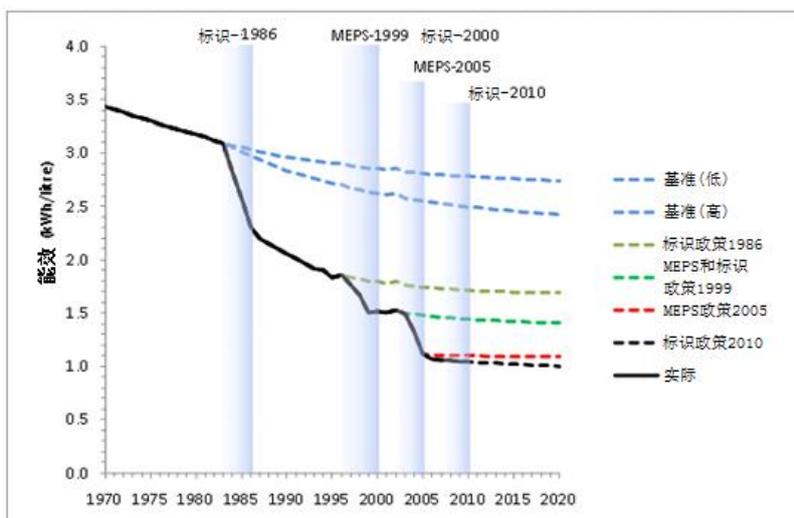


图 1: 5T 电冰箱系列在各种政策情景下的平均效率

最后，由于制造商声称的性能和实验室得到的性能往往与安装后（现场）的性能有很大的不同，因此可以考虑 *事后* 纠正，如图 4 所示。合规率在技术上是制造商对某些产品性能的宣传与该产品送交验证检测时的实验室结果之间的差别。修正因数考虑了制造商声称的产品性能与该产品在现场安装后的实际性能之间的差别。在这些类型的分析中，*事后* 修正并不常见，因为大多数的标准评价只是简单地依靠对所拟议的项目的 *事前* 估计。然而美国能源部在许多家电标准制定过程的 *事前* 评价中使用了修正因素。

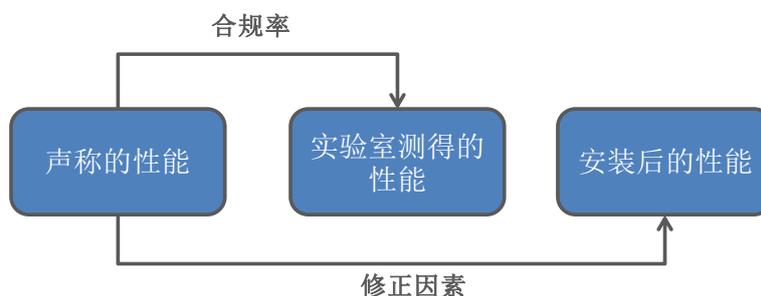


图 4. 性能数据的合规率和修正因素的关系

本报告随后概述对标准的 *事前/事后* 评价所必需的和可选的数据要求。*事前* 评价需要由目前的产品存量、单台能耗、市场饱和度、寿命和未来出货的预测所组成的产品存量模型，而到了 *事后* 评价就可能需要额外的数据集如使用量调整系数（UAF）及合规率等（见表 2）。但是产品存量模型需要有尽可能多的效率和产品等级的历年来销售趋势数据来作为一个成功评价的基础性起点。

表 2. 对标准的事后/事前分析所必需和可选的数据要求和来源

数据类型	在事先或事后中使用	必需或可选	数据来源
年度单台能耗（UEC）	事前、事后	必需	制造商检测数据
现有产品存量	事前、事后	必需	市场数据，政府的统计数字
市场饱和度（所有权、市场占有率）	事前、事后	必需	市场调查
寿命或退役函数	事前、事后	必需	制造商检测数据
未来出货的预测	事前	必需	历年来的市场数据，政府的预测
使用量调整系数（UAF）	事前、事后	可选	测量的检测数据
自然发生的市场接纳(NOMAD)	事前、事后	可选	历年来的市场数据
合规率	事后	可选	测量的检测数据
实际出货/销售量	事后	可选	市场数据
使用点到来源的换算系数	事前、事后	可选	发电厂能源数据
排放因素	事前、事后	可选	发电厂排放数据

当对一个标识项目进行评价时，与标准项目正相反，需要将产品存量和出货数据（不论是预计或实际）按效率类别(见图 5) 拆解以计算能源的节约量。欧洲联盟（欧盟）在分类标识上有悠久的历史并有评价分类标识项目的经验。

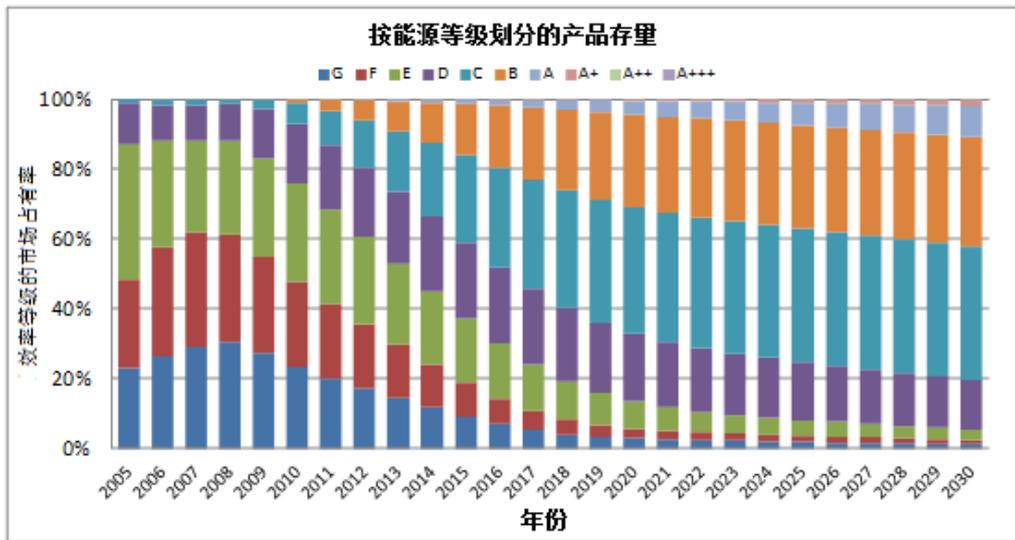


图 2. 欧盟按能源等级预测销售量的估算工具

资料来源: Larsen et al. 2012

最后，对激励项目的评价主要是围绕总节能量与净节能量的问题。总节能量可以简单地形容为措施（例如对高效电冰箱提供的折扣退款的数量）的数量乘以预期的年度单台节能量，而其本身可能是一个认定值或测量值。美国各州对净节能量的定义都有所不同，取决于许多因素。一些州的净节能量是以减去“搭便车”（即那些无论是否得到激励也会采取能效行动）的节能量来“调整”估计的总节能量。例如，加利福尼亚州对净节能量的定义是：

$$\text{加州:净节能量}=\text{总节能量}-\text{搭便车}$$

与加利福尼亚州相反，其他州不仅会考虑搭便车的数量（这通常会降低总节能量），还会考虑参与者的外溢效应，即参与者在收到了某些可能会影响他或她在有关能效的知识和决策的激励后可能会采取更多的节能行动。因此，参与者的外溢效应倾向于增加总节能量。搭便车的数量和参与者的外溢效应通常是通过选择对参与者进行电话调查来确定的。至于开始提到的总节能量的实际量化方面，图 6 显示了从使用认定节能量的规定方法（常见于紧凑型荧光灯的零售 - 折扣退款）到监测或计量整幢大楼或暖通空调的效率措施的定制方法的各种评价方法。在实践中，大多数州都使用这些方法的组合。

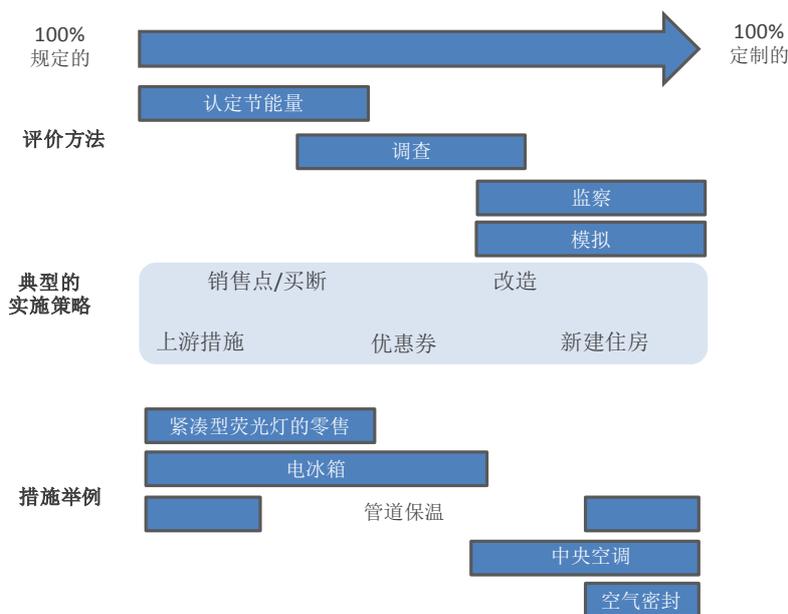


图 3. 指定的与定制的评价方法以及有关的实施策略和措施举例

资料来源：改编自 Dent and Enterline 2012

表 3 扼要地说明了在评价典型的激励政策中可选和必需的数据点，并将那些要求进一步拆解成计算总节能量的要求和计算净节能量的要求。

表 3. 激励项目影响评价的必需和可选数据的要求和来源

数据类型	对总节能量是必需或可选	对净节能量是必需或可选	数据来源
每件产品或每个建筑的年度节能量	必需	必需	认定值、IPMVP ¹ 的方法或统计分析
参与者和非参与者的数量	必需	必需	调查
正常化因素 (HDD, CDD)	必需	必需	气象站
搭便车	可选	必需	调查显示、经济计量方法、认定值
参与者的外溢效应	可选	必需	调查显示、经济计量方法、认定值
市场影响 (参与者和非参与者的外溢效应)	可选	必需	调查、经济计量方法及市场分析
使用点到来源的换算系数	可选	可选	发电厂能源数据
排放因素	可选	可选	发电厂排放数据

¹ IPMVP 国际能效检测与确认规程

大多数评价手册中的第一项建议往往是取得高质量的数据并尽早开始收集。事实上，数据来源和收集方法是任何评价的基础，这就是为什么在本报告中专门有一节是关于每个涵盖的评价主题—家电标准、标识、激励的数据要求。

目录

执行摘要	i
缩写词表	x
1. 简介.....	1
2. 项目评价的概况.....	3
2.1. 能效项目的类型.....	3
2.2. 能效项目评价的作用.....	4
2.3. 项目评价的类型.....	5
2.4. 影响评价的基本研究问题.....	7
2.5. 项目评价中的数据和不确定性.....	8
3. 概述国际上对家电标准、标识、激励影响的评价方法和工具.....	11
3.1. 介绍在影响评价方面的国际实践.....	11
3.1.1. 美国 — 联邦层面	16
3.1.2. 加利福尼亚州.....	17
3.1.3. 美国的其他各州.....	18
3.1.4. 澳大利亚.....	18
3.1.5. 欧洲联盟.....	18
3.1.6. 其他国家和研究.....	20
3.2. 家电标准项目的影响评价.....	22
3.2.1. 对现有评价方法的评述.....	23
3.2.2. 数据的要求和来源.....	33
3.2.3. 计算举例.....	34
3.3. 家电标识项目影响的评价.....	42
3.3.1. 对现有评价方法的评述.....	42
3.3.2. 数据的要求和来源.....	52
3.3.3. 计算举例.....	53
3.4. 家电激励项目影响的评价.....	55
3.4.1. 对现有评价方法的评述.....	55
3.4.2. 数据的要求和来源.....	66
3.4.3. 计算举例.....	67
3.5. 从节能到减少碳排放.....	72
4. 结论.....	73

鸣谢	73
参考文献	74

缩写词表

ACEEE	美国能效经济委员会
BAU	一如往常
BUENAS	自下而上的能源分析工具
CEC	加利福尼亚州能源委员会
CFL	紧凑型荧光灯
CLASP	国际电器标准标识合作组织
CPUC	加利福尼亚州公用事业委员会
DOE	美国能源部
EMV	评价、测量和验证
EPA	美国环保局
EUF	能源使用系数
IEA	国际能源机构
IEPEC	国际能源项目评价协会
IPMVP	国际能效检测与确认规程
LBNL	劳伦斯伯克利国家实验室
LEAP	长期能源替代规划工具
MEPS	最低能源性能标准
NAPEE	能源效率的全国行动计划
NOMAD	自然发生的市场接纳
RECS	住宅能源消耗调查
S&L	标准和标识
SWEUF	出货加权的能源使用系数
TRM	技术参考手册
UAF	使用调整系数
UEC	单台能耗

1. 简介

标准是要清除市场上低效产品（截断量如图 7 所示），而标识是要向消费者和中介机构（承建商、能源公用事业、零售商）传达信息。标准和标识都能刺激技术创新，因为消费者会变得更明智及制造商之间会产生竞争。标准会引发较快的效应，而标识政策则会较慢地引发市场转型。市场转型描述了能效技术如何被市场接纳，从初步接纳到完全饱和。当接纳这些技术的障碍被减低到不再需要公共机构的支持和消费者会自觉地采用高效技术时就实现了完全的市场转型。折扣退款往往鼓励消费者购买更昂贵的但比他们通常购买的更节能的产品，引发了更多的市场转型和制造商方面的创新。这些相关的过程如图 7 所示。

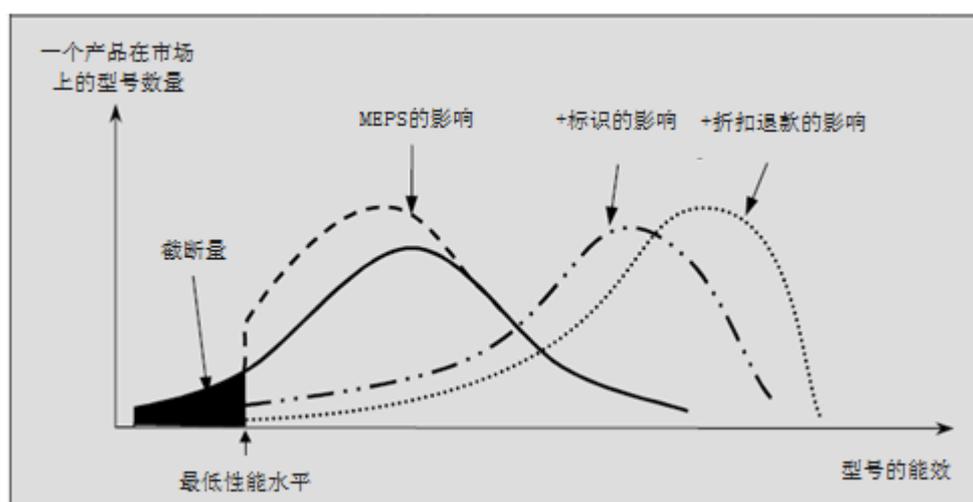


图 7. 来自最低能源性能标准、标识、折扣退款项目影响的效率的说明性分布

资料来源：CLASP 2004

随着过去三十年来标准、标识和激励项目在美国、欧洲联盟（欧盟）、澳大利亚和其他发达国家中得到的扩展，用来量化节能和市场转型的有关评价技术有了激增。由于类似的项目在中国、印度、巴西和其他发展中国家迅速扩展，对转让所收集到的经验中的技术、方法、知识的需求正日益增加。

项目评价的重要性是不可忽视的。项目评价不仅能量化和验证具体能效项目的节能量和环境影响，而且还能帮助决策者和项目管理者改善项目的设计及更好地了解市场的潜力。此外，项目评价在通过显示能效是一种有成本效益的资源来证明政府或公用事业在能效项目上的开支的合理性中起了重要的作用。

本报告的目的是回顾美国、欧盟、澳大利亚对家电标准、标识、激励项目的共同评价方法和框架，让其他国家在适用时可以借鉴这些工作经验，将工具和方法应用到他们的工作中。第 2 节提供了对项目评价及其角色、类型和不确定性的概括。第 3.1 节回顾了截至目前在评价上的集体经验，在引入具体的方法之前提供对关键研究的总结。第 3.2、3.3、3.4 节分别回顾了对标准、标识、激励的评价方法，并概述每个评价类型的数据要求和来源，以及计算的举例。

2. 项目评价的概况

要了解项目评价，我们首先需要了解现有的各种能效项目类型。第 2.1 节提供了对此的概括，然后在第 2.2 节解释了项目评价的作用。第 2.3 节总结了主要的评价类型，包括了影响、实施过程、成本效益的评价。最后在第 2.4 节讨论了评价的数据要求和有关的不确定性。由于某些类型的数据采集可能是相对昂贵的，因此数据质量和评价的成本之间总是有所关联的。

2.1. 能效项目的类型

能效 (EE) 项目各有不同，包括所有从基于规则的措施（例如建筑规范或最低能源性能标准 [MEPS]）、宣传活动 (产品标识) 到经济激励措施（如折扣退款和补贴）。正如《能源效率的全国行动计划》（NAPEE 2007）中的评估指南所述，能效项目通常有至少一个的以下特征：

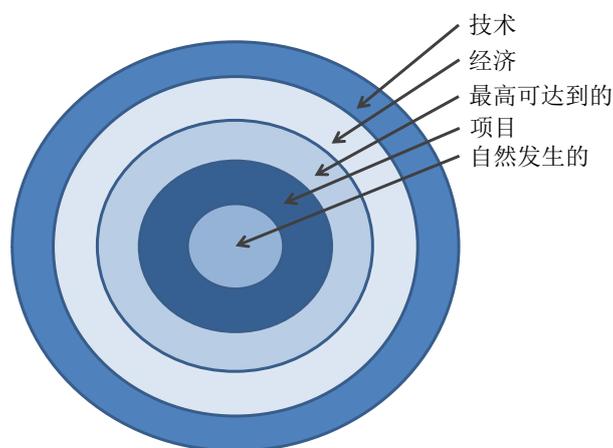
1. 资源获取
2. 市场转型
3. 规范和标准
4. 教育和培训

资源获取是指一个项目的主要目的是通过具体的行动或措施来直接实现节约能源和/或减少需求。这些类型的项目在美国以及欧盟成员国中是很常见的。能源的节约普遍采用实体形式的节能量 (电力的 kWh、石油或煤炭的吨数、天然气的立方米数) 或对需求的减少 (电力的 kW)。二氧化碳的减排可以使用各种方法和假设从节能量计算出来。

一些能效项目将市场转型作为目标；加利福尼亚州公用事业委员会 (CPUC) 对其的一个定义是，市场转型是“通过将特定市场接纳能效措施的障碍减低到不再需要更多的由公共资金资助的干预措施，而使该市场的结构或功能产生持久的可持续性改变”。

(CPUC 2008) 市场转型通常将技术发展描述为：从最初的研究和开发到引入市场，最后得到广泛采用。虽然能效项目可以帮助能效技术获得市场占有率和增加采用，但是规范和标准将确保最低限度的能效技术得到采用，无论是车辆、家电、建筑，或其他的能源终端用途。一些公用事业和能效项目管理者不仅在改变技术的采用，而且也在改变一般公众的态度、知识、意识 (AKA) - 一个在市场转型中日益增长的研究领域。(SoCal Edison 2009) 教育和标识是增加态度、知识、意识的主要途径之一。

一些政策制定者，例如加利福尼亚州公用事业委员会，以可实现的总潜力来定义任何一个项目的能效潜力，如图 8 所示。技术潜力可以定义为“让所有的能效措施完全地和即时地占有”一个从工程的角度看来是技术上可行的应用，而且实施这些措施不受经济上或其他障碍的限制。经济潜力可以将技术潜力削减到每个措施的递增成本少于其他资源的节约或成本（如新的发电厂），并且不受到其他障碍的限制。可实现的潜力将考虑到一个项目所得到的资助及其他政策和行政障碍。最后，自然发生的潜力是指在没有项目或其他市场干预之下所产生的节约。在加利福尼亚州，会将自然发生的节能量从项目的节能量中减除，因为加利福尼亚州能源委员会已将自然发生的节能量纳入了他们的能源需求预测中，而加利福尼亚州公用事业委员会的任务是提供在基准以上的额外节能。美国和其他国家都按照类似的方法（将会在此报告中详细讨论）。对于设计良好的项目，项目的潜力在理论上可以达到可实现的最大潜力。在实践中，对实现项目最大潜力的成本估计常常被低估并且有其他影响实施的障碍，因而往往不可能达到最大的潜力。但是以良好的项目设计和考虑到这些障碍并不断得到改善的政策组合，经过一段时间后是有可能很接近可实现的最大潜力。



资料来源: Ting 和 Rufo, 2010

2.2. 能效项目评价的作用

近年来，由于能源安全和气候变化已成为世界各地许多政府的首要政策问题，能效政策的数量有了非常迅速的增长。对评价这些政策的需求也以同样快的速度增长。对能效项目的评价具有以下主要目标：

- 1) 度和验证具体能效项目的影响
- 2) 评价具体能效项目的实施过程
- 3) 知会项目管理人员和决策者在评估市场潜力和改善项目设计上的决策

评价领域在很多的文章中通常是指“评价、度和验证”或EM&V。在这里，“度和验证(M&V)”是指测量或监测能源的使用和验证对于特定能效措施、工程和项目的实行和假设（例如使用的小时），而“评价(E)”是指评价特定能效措施、工程和项目的节能量。在这里，项目代表着一组具有类似的技术特性和用途的工程，例如一个向家用洗衣机提供折扣退款的公用事业项目。(Vine 2012, NAPEE 2007)

在一般情况下，评价是由政府或电力公用事业委托的。两者通常都使用外部承包公司来执行评价，虽然在某些情况下政府也会由他们自己执行评价。政府和公共事业不仅使用项目评价来量化和验证具体节能项目的节能情况和环境影响，而且也用来帮助他们改善项目的设计和更好地了解市场的潜力。此外，项目评价在通过显示能效是一种有成本效益的资源来证明政府或公用事业在能效项目上的开支的合理性中发挥了重要的作用。由于该原因，当筹备能效项目的预算时，会向在项目实施期间和之后的项目评价预先拨出资金。这种预留的预算被视为在评价领域中的最佳做法。加利福尼亚州通常将项目预算的4%预留给规划阶段的评估。

2.3. 项目评价的类型

正如在第 2.2 节中所述，项目评价既可以评估任何一个项目的影响（如能源的节约），又可以评估它的实施过程，以便更好地评估以前的项目设计和向未来更好的项目设计提供资讯。在前一节规定的那些目标和功能中，项目评价可分为多达六种类型，如表 4 所示。

表 4. 项目评价的类别和类型

评价类别	实施阶段	评价类型	评估层次
形成性	项目之前的规划阶段	市场评估(包括特征, 基准)	市场、组合、项目
		可能性或可行性(有时称为事前)	组合、项目、工程
	实施阶段 — 正在进行	实施过程	组合、项目
总结性	实施阶段 — 正在进行和/或事后	影响	计划、项目、措施
		市场影响	市场、组合
		成本效益	组合、项目、工程

资料来源：改编自 Brown et al. 2007

属于*形成性质*的评价是在项目实施之前（规划阶段）或在项目实施期间进行的，并注重于市场评估和项目实施过程。属于*总结性质*的评价则注重于影响（例如节能量和市场影响），是在项目实施期间或结束后不久完成的（也称为*事后评价*）。

按照项目或项目组合的规划，能效的从业人员将有可能进行某种类型的市场评估以便在他们所从事的专业或技术中表现出能效工作的特色（例如零售商销售节能电冰箱）。当设计项目时，他们也将进行可行性评价以评估他们提议的各项措施和项目的节能潜力。这种类型的评价称为*事前评价*。节能的市场评估和*事前评价*在能效标准制定过程中是分析的关键成分。

当实施项目时，通常用实施过程评价来检查项目与其参与者（例如消费者、房主和商业建筑的业主等）之间的互动，以探讨在项目的设计和实施上是否有改进的余地。例如，如果实施了一个能效标识项目后大多数消费者误解了或不明白标识上的信息，项目管理者需要尽快了解这个信息以便对标识、实行过程或项目的其他方面作出适当的修改。如果实施了一个能效产品折扣退款项目，项目管理者则需要了解消费者要花多长时间才能兑现退款，因为这可能会影响消费者对参加折扣退款项目的看法和意愿。

量化影响、市场效应和成本效益的评价是总结性评价中最常见的评估。对影响的评价通常会调查在能源使用和需求上的变化，但也有不少会对非能源的收益如二氧化碳减排、健康效益、创造就业、节水等进行评价。对于市场转型的评价，市场效应评价将量化在能效市场的变化和对各种技术的吸取或接纳率。

最后，在评估成本效益时，评价往往会进行成本效益分析。评价会包括对影响的评价结果：通常是节能量和实施项目的成本（例如项目管理者费用、客户成本等）。例如，典型的标准或标识项目成本可能是由制定标准和相关的检测规程，任何相关的培训或教育活动的管理以及相关的执法所带来的。如果还有奖励项目，也要计算花在补贴、折扣退款、税务豁免上的总开支以及其他类型的财政收益。还需要考虑在所实施技术的寿命期内为消费者累积的开支和节省。开支可包括任何对能效措施的初期预先投资以及相关的维修、运行和保养(O&M)费用。运行开支是能源价格和能源使用的结果，将它在能效技术与基准技术(只有较低的能效)之间进行对比可得出系列能源和金钱的净节省。

在美国常用的成本效益评价方法包括：

- 总体资源成本 (TRC) 测试
- 项目管理者的开支 (PAC) 测试
- 参与者测试
- 社会测试 (NAPEE 2007)

总体资源成本测试 (TRC) 包括了项目管理者的开支和节省及参与者（消费者）的开支和节省。社会开支测试类似于项目管理者的开支 (PAC) 测试，但也考虑到外部因素，例如对整体社会有益的减少空气污染或其他的环境改善等。最近由美国能效经济委员会 (ACEEE) 进行的一项研究调查了 45 个州的能效项目和对它们的评价方法。在这项调查中，有 71% 的州将总体资源成本测试作为其主要测试；有 15% 表示会使用社会测试；有 12% 则使用项目管理者测试。

在表 4 突出显示的评价类型中，本报告主要着重的是评估影响的方法和工具，然而也会对实施过程评价作简要的讨论，因为它是世界各地的许多标识项目中非常重要的组成部分。此外，最佳的评价实践是对同一个项目进行实施过程和影响评价，因为它们可以互相借鉴。(Kushler et al. 2012)

2.4. 影响评价的基本研究问题

影响评价的基本研究问题是：将如果在没有项目或干预措施之下所发生的情况分离开，一个项目或干预措施在节能方面会产生什么真正的影响？正如在最近一份关于关键的评价问题的报告中所介绍，(Vine et al. 2012) 在回答这个问题时要面对的两个最常见的问题是：(1) 对净节能量的定义，(2) 关于度量的技术问题。

总节能量等于实际能耗减去基准能耗。例如，一个原来使用白炽灯泡的用户由于当地的零售商店推出特别的促销折扣退款而转用紧凑型荧光灯。在这种情况下，总节能量将等于这两个灯泡在能耗上的差别乘以每年的使用时间。而净节能量要根据以下三个因素对估计的总节能量进行调整：

- 搭便车：那些在没有项目/激励之下也会采取节能行动的参与者
- 参与者的外溢效应：项目的参与者由于项目而采取更多的节能行动并超越了那些受到激励的
- 市场效应：由于项目对市场的影响而产生的任何节能（也称为非参与者的外溢效应）

当考虑这些因素时，一般来说搭便车将会减少总节能量，而参与者的外溢效应和市场效应会增加总节能量。在美国国内，各个州对净节能量的定义都有所不同。(Vine et al. 2012) 在一方面，加利福尼亚州由纳税人资助的能效项目将净节能量定义为将项目的总节能量减去搭便车的部分。而在另一方面，纽约州的能效项目将净节能量定义为将总节能量减去搭便车的部分再加上参与者的外溢效应和市场效应。请参阅以下的等式。

加州: 净节能量 = 总节能量 - 搭便车

纽约州: 净节能量 = 总节能量 - 搭便车 + 市场效应 + 参与者外溢效应

在前面已提到过的美国能效经济委员会在最近的调查中，研究发现有 26%的州在其评价结果中报告了总节能量，有 53%的州报告了净节能量，其余的 21%则两者都使用，有时为了不同的目的。(Kushler et al. 2012)

除了定义净节能量的问题以外，项目评价者还必须面对度量上的技术问题。基本问题是项目评价者必须在不知道否则会发生什么的情况下(“假设”)记录项目对行为的改变或市场的转型所起的作用。换言之，要从估计的总节能量中确认基准是很复杂的。此外，可以适用于任何特定地域的有关能效的各类公共政策和市场创造是众多而且复杂的。这样使得难以区分出任何一个项目的净效应。例如，现在家电的最低能源性能标准(MEPS)往往与标识配对，因此很难评估每个政策的分别影响。

这种不确定性的结果将评价方法分化成自下而上和自上而下两类。自下而上的评价是依靠调查和量化(参与者和具体措施)来向基于工程的模型提供输入，自上而下的评价则使用综合消耗指标(如总能耗或人均能耗)作为宏观经济需求模型的输入。随着能效目标和相互影响的政策的数量增加，对自上而下的评价有了越来越多的注意。其缺点是常常很难确定在能源需求上的变化究竟是由能效项目或其他宏观经济因素如能源价格、收入和间接反弹效应、结构上的改变等所造成。许多学者认为自下而上的方法更有可能高估了节能量(由于搭便车和直接反弹效应)，而自上而下的方法往往低估了它们。在评价一个项目的组合时，一些评价者正开始同时采取自下而上和自上而下的方法。(Ecofys et al. 2006)

2.5. 项目评价中的数据和不确定性

主要和次要数据的质量是任何项目评价工作的主要着重点。国际电器标准标识合作组织(CLASP)在其标准和标识的指南中概述了一般的评价数据类型和来源(表 5)。例如，

代表目前在市场上销售的家电（和它们的效率和价格特征）的全国家电数据库是在大多数影响评价中使用的一个重要部分。

表 5. 评价数据的类型和来源

数据类型	主要数据来源
顾客和零售商的意识、知识、决策	对顾客和零售商的调查/访谈
产品的可用性	来自制造商、行业协会的销售数据；对制造商和零售商的调查
高效产品的价格	对顾客、零售商、制造商的调查
市场渗透	来自制造商、行业协会的销售数据；对项目的参与者和非参与者的调查
能源的使用	制造商的数据；独立实验室的检测数据；终端使用的测量数据；工程标准；认定的节省量
温室气体排放	报告的排放系数；公用事业排放模型数据

资料来源：改编自 Wiel 和 McMahon 2005

能效评价是计算对能源的节约，即没有使用的能源。正如之前所述，试图估计这种反事实的情况是非常繁难的，评价者正不断努力将尽可能多的不确定性从这个过程中排除。数据的类型、质量和来源与评价的费用以及有关该评价结果的不确定性有着直接关系。例如，评价者往往花费额外的开支来进行更多的实地测量或更大规模的调查以减少不确定性。

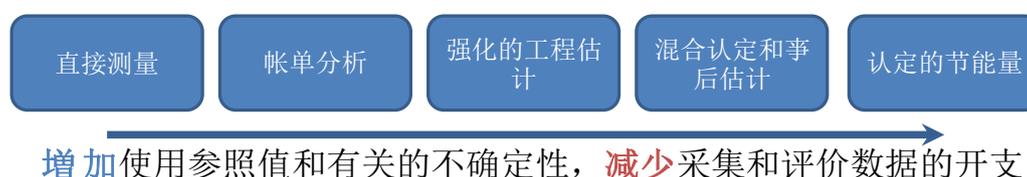


图 9. 在项目评价中用能的测量和估计方法

资料来源：改编自欧盟的 EMEES 和 ODYSSEE 项目

如果只是要收集在表 4 中所述的用能数据，可以使用许多不同的估计或测量方法，从直接测量到认定的节能量（见图 9）。直接测量（例如使用能源表）可以用于从设备或家电获取终端使用负载数据。当加上了材料和劳动力后，这种类型的测量可以是很昂贵的，虽然在未来随着有无线通信功能的智能家电的发展有可能将成本降低。如果评价者能够获得公用事业公司的合作，也可以使用对收费的分析。然而对于家电来说，在一个使用多种不同家电和照明的家庭中，一台家电的能源变化可能会太小而无法监测，而且可能很难在帐单中辨别由该家电引起的用能变化。

与这类测量相反的是估算方法，例如认定节能量。美国的许多评价机构制定了技术参考手册 (TRMs)，它们列出了带有相关确定性的标准节能值。例如，通过折扣退款来鼓励购买紧凑型荧光灯的项目可使用基于以前类似的评价研究的“认定节能量”，该评价研究是估计一个紧凑型荧光灯在其寿命期内与作为基准的白炽灯泡相比所产生的节能量。估计和使用认定的节能数值对于一些评价研究和一些能效措施(特别是那些有悠久的历史和在基于几个关键的假设上其节能量是相对可预测的措施(例如电冰箱和紧凑型荧光灯等))来说可能已有足够的精确度。

对评价的成本和评价的不确定性之间的权衡是整个下一节的主题，作为评价方法和相关的数据要求来介绍。评价要依赖数据，而在不同的条件下，采用主要或次要来源将对成本和不确定性有很大的影响。

3. 概述国际上对家电标准、标识、激励影响的评价方法和工具

对项目评价的方法和工具至今已发展了几十年，美国对能效项目的评价可追溯到上世纪的七十年代。随着为减轻气候变化的政策的增加，产生了越来越多在项目评价方法方面的互动和交流以及与发展中国家分享这些方法的计划。这种交流的一个范例是自1983年以来一直在运作的国际能源项目评价者协会(www. IEPEC. org)。

本节将首先提供迄今对家电标准、标识、激励进行的主要评价研究的简要概述（概括在表6中）。然后从第3.2至3.4节将概述这些研究所使用的主要方法以及相关的数据要求和计算举例。

3.1. 介绍在影响评价方面的国际实践

图10概括了对标准、标识、激励的一般评价方法。每个输入都需要数据和/或假设，本节将突出介绍各种评价中使用的数据来源、数据采集方法、假设。在下一页介绍的第一到第七步提供了对整个第3节中使用的术语和方法的简要概述。

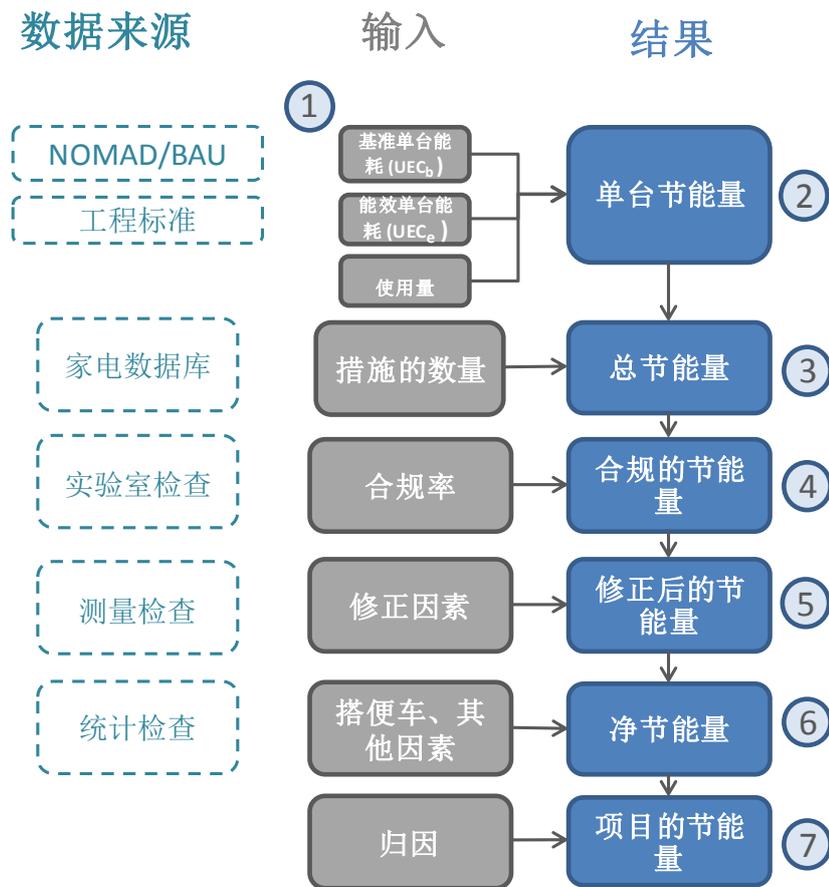


图10. 标准、标识、激励措施的一般评价方法，包括数据来源、输入和结果

设定基准

设定用以衡量节能量的基准是项目评价中最重要的步骤之一。虽然标准、标识、激励项目都是寻求将更高效的家电和产品推入市场，但问题是：将被它们替换或取代的产品效率是如何？如果在没有实施项目的情况下顾客会购买什么产品？在没有家电标准的情况下制造商会生产什么产品以及零售商又会进什么货？在没有对更高效的型号实行折扣退款的情况下消费者会购买什么类型的电冰箱？这就要设定一如往常(BAU)状况或自然发生的市场接纳率(NOMAD)来确定几个关键的评价要素，包括对于这些反事实情况的基准单台能耗(UECb)。第3.2和3.3节分别提供了对如何在标准和标识(S&L)项目中设定基准的举例。

计算每台产品的节能量

用于替换或取代基准产品的能效产品单台能耗(UECe)可以从制造商的工程标准文件中采集。将UECb(基准产品的能耗)减去UECe(能效产品的能耗)，在正确的使用情况下会得到每件产品的节能量。在某些情况下(例如在不同的气候区域)，新、旧产品的使用情况可能会有所不同。

计算总节能量

将单台节能量乘以措施数量或售出的产品数量(例如得到能效折扣退款的产品或在新的能效标准下售出的产品)来计算总节能量。以下是一个电冰箱的典型等式。

$$\text{总节能量} = \text{电冰箱的数量} * (UEC_b - UEC_e) * \text{使用量} * (1 + IF_{HVAC})$$

其中 UEC_b 是基准状况的电冰箱能耗(kWh/h)， UEC_e 是得到折扣退款的电冰箱的能耗，使用量是使用的小时数， IF_{HVAC} 是衡量供暖、通风、空调(HVAC)系统对电冰箱运行的互动因数。为了在大量的产品和产品组情况下精简这些计算，通常开发电子表格模型来跟踪产品制造年份、效率、使用的小时/寿命期、价格和其他因素。第1至3步仅用于一些将重点放正总节能量的评价。第4到7步中作出的修正是净节能量评价的重点。前三个步骤也经常被用于在制定中的拟议标准的事先项目评价或作为影响分析的一部分(例如在澳大利亚或美国)。

纠正不合规的产品

家电经常消耗多于制造商为了遵从标准或标识的要求而声称的能耗。如果在这种情况下，任何不合规的产品将会减少家电标准，标识，激励项目的总体节能量。如有可能，项目管理者可以对有代表性规模的样本在第三方实验室进行验证检测，以量化合规率或所声称的能效与实际能效之间的差别。事实上，世界各地的许多地方并没有广泛存在合规率的可靠数据，因此许多项目评价往往跳过这一步。在以下各节中将提供更多的解释。

纠正性能上的差别

另一方面，即使将家电在实验室中进行了检测而且证明其性能达到所声称的能效，但它仍有可能在某个家庭中以不同的方式运行。例如，一台电冰箱在使用现场条件下运行将会不同于在实验室的恒温测试室中的表现。在这种情况下，可以使用基于在使用现场进行的计量测试的**修正因数**。计量是一种相对昂贵的数据采集方法，因此它只用于有足够预算的评价。修正因数和合规率之间是有可能重叠的。例如，在采集家电的用能数据时，用仪表可以测试一个产品对于额定的性能是否合规以及该产品是否因安装或环境的条件而造成任何性能差别。

达到净节能量的其他基准调整

对基准的调整可以在评价开始时或接近结尾时进行。对于标准和标识的评价，基准通常设定在表示在若没有第 1 步中所述的项目之下会发生的情况。对于激励评价，通常会引入一些对如第 2.3 节所述的**搭便车**和**参与者的外溢效应**的额外调整。对于搭便车的情况，原来的基准是按被替换或取代的产品来计算，而搭便车的部分是按那些在没有激励项目之下也会购买更高效产品的参与者来计算。参与者的外溢效应计算了由于激励项目而可能使参与者产生的更多节能。对标准和标识项目以及激励项目可进行**市场效应**调整，因为他们试图考虑已发生的任何向高能效方向的较大程度长期市场转化。用于计算搭便车、参与者的外溢效应、市场效应之类的资讯通常是使用各种统计调查方法来采集的，在 3.4 节将对它们作详细的介绍。

将节能量归因于各类项目

最后一步必须将具体的节能量归因于具体的项目。这对于多个项目对同一部门的能效产生重叠影响时是重要的。例如标识和激励项目经常会有一些重叠，因为两者都是推

动消费者去购买高于平均能效的产品。正如在第 6 步中的搭便车情况，计算归因因数也混合使用一些调查和专家意见。

表 1. 在标准、标识和奖励评价中评述的国际研究和方法/规程

	标准	标识	奖励
美国联邦 MEPS	Meyers et al. 2008, 2011 McNeil et al. 2012 DOE 2011a, 2011b		
美国能源之星		EPA 2011 (实施过程/影响) Homan et al. 2011 (影响)	
加利福尼亚州	TecMarket Works 2006 Quantec 2007		TecMarket Works 2004, 2006 Itron DEER database
美国其他各州			Vine et al. 1999 Vine et al. 2012 Kushler et al. 2012 NAPEE 2007 Vermont 2010
澳大利亚	EE Strategies 2002, 2010		
欧盟		Larsen 2012 Larsonneur 2009 Luttmer et al. 2006 Vreuls 2005 Waide 1997	Broc et al. 2009 SRC et al. 2001
加拿大	NRCan 2012		
国际	Vreuls 2005 Agra Monenco 2000a, 2000b		IPMVP 2002, updated 2011 Vreuls 2005

3.1.1. 美国 — 联邦层面

劳伦斯伯克利国家实验室(LBNL) 已对主要家用和商用电器的标准进行了一些全国性影响的评估, 采用了动态的一如往常(BAUs) 情景, 即假设在没有新标准之下基准效率随着时间的推移而产生的改善。用来作出这些假设的数据来源是混合的, 包括行业协会(例如家电制造商协会(AHAM)) 和美国能源部(DOE) 的技术支持文件(TSD) 中有关家电标准的制定。(Meyers et al. 2008, Meyers et al. 2011, DOE 2011a, DOE 2012b) 劳伦斯伯克利国家实验室还正在开发基于巴斯(Bass) 曲线的动态基准设定的更好方法, 以支持其自下而上的能源分析系统(BUENAS) 模型。(McNeil et al. 2012)² 图 11 显示一个能源之星洗碗机从 2000 年至 2008 年并适合一般巴斯曲线的市场占有率数据点举例。(Van Buskirk 2012) 巴斯曲线被广泛应用于对市场接纳的描述, 并有一些证据表明这类曲线在没有任何标准和标识项目之下也应适用于 NOMAD。在缺乏标准和标识项目之下常常很难采集产品的数据, 但是自七十年代后期以来大多数主要产品类别已有了联邦标准, 而从 90 年代中期起有了标识项目。

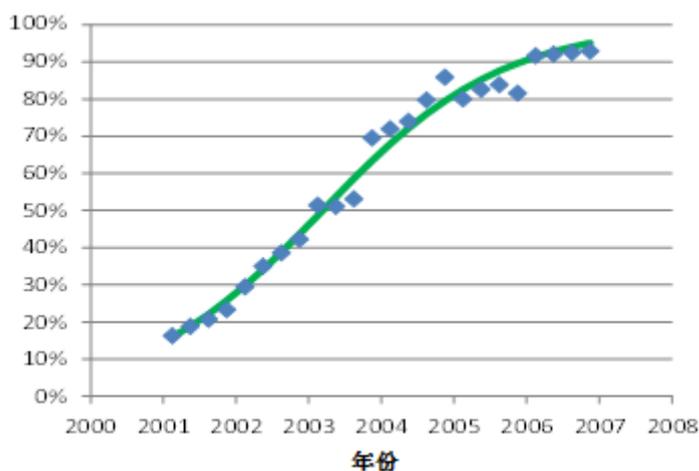


图 11. 能源之星洗碗机的市场占有率，2000 年-2008 年

资料来源: Van Buskirk 2012

虽然在可能的情况下劳伦斯伯克利国家实验室的评价研究已纳入动态基准, 但对合规率和修正因数的估算尚未被纳入。第 3.2.1 节将更深入地讨论用于对动态基准、合规率、修正因数的评价研究中的一些计算方法。

²Bass 扩散模型将新产品的接纳过程描述为使用者和潜在的使用者之间的互动并经常被用在产品预测上。

在联邦级层面还有美国环境保护局（EPA）对其能源之星的标识认证体系进行影响评价。通过年度调查来量化关键的指标，例如对能源之星的意识（见图 12）和能源之星对购买决定的影响等。（EPA 2011） 劳伦斯伯克利国家实验室也对由该标识项目产生的节能进行影响研究，（Homan et al. 2011）并在第 3.3.1 节对其方法进行讨论。

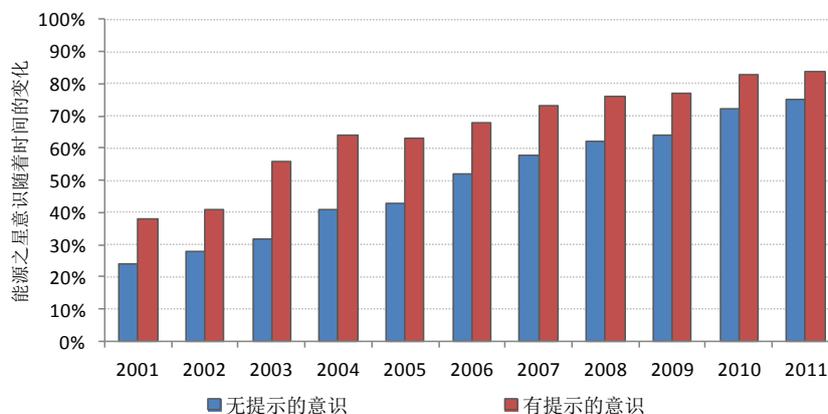


图 12. 能源之星意识随着时间的变化

注：有提示与无提示的意识是指在向参与调查者提问时是否有展示能源之星标识

资料来源：EPA 2011

3.1.2. 加利福尼亚州

加利福尼亚州是能效的领先者，因此对项目的实施过程和影响评价制定了制度和规程。（TecMarket Works 2004, CPUC 2006, Vine et al. 2006）特别是在建筑、家电、照明效率的激励项目方面，这些制度对项目评价者有很大的帮助。在制定制度的同时，加利福尼亚州的评价组织开发了“能效资源数据库”（DEER），它包含了在市场上常见的效率措施的“认定节能量”。以紧凑型荧光灯取代白炽灯就是一个常见的范例。第 3.4 节将进一步介绍这种数据库的使用（以及其他类似的资源，称为技术参考手册或 TRMs）。

加利福尼亚州还为未包括在联邦标准中的产品领域建立了规范和标准。为此他们最近对几个已经实施的州标准进行了影响评价，那些标准纳入了对 NOMAD 的估计和合规率，并将在第 3.2 节中对其进行评述。加利福尼亚州对规范和标准的评价列出了下列结果：

- 受到经历过能效规范或标准变化的项目影响的技术或实践清单。
- 将在评价中加以关注的规范和标准变化的清单。（第 1 和第 2 项可能是相同的，但如果评价是关注变化的子项目，那也可能会不同）。

- 在评价中包括的每个技术或实践的规范和标准变化对项目影响的估计。
- 在评价中包括的每个技术或实践的自然发生的市场接纳率的估计。
- 在没有评价中所包括的每个技术或行为的项目影响下，规范和标准发生变化的日期的估计。
- 在所预计的节能量期间，评价中所包括的技术或实践的预期不合规程度的估计
- 整体项目和项目中所包括的每个技术或实践以及每个公用事业区域对项目的资助对总的和净的市场能源影响的估计。对这一影响的估计应不超过 30 年的寿命期影响。(CPUC 2006)

3.1.3. 美国的其他各州

有一些由劳伦斯伯克利国家实验室、美国能效经济委员会和环保局的专家所做的研究调查了在美国各地广范围的评价实践，正如之前在第 2.3 节所提到的。(Vine et al. 2012, NAPEE 2007, Kushler et al. 2012) 其他州也制定了基于本地区或州的技术参考手册，类似于加利福尼亚州的“能效资源数据库”。(e. g., VEIC 2010) 现有的多样性方法给予美国对电力和能效的多种规管空间，在这当中已作出整合各种方法的努力，并可能会对各种能效措施制定一个全国性的影响评价规程。州和地方的能效行动网络 (SEE) 编写了研究的范围以确定在制定该规程中的问题，(Schiller et al. 2011) 与此同时国家可再生能源实验室 (NREL) 正在进行“统一方法工程”，已为住宅照明、商业暖通空调和其他领域的具体效率措施制定了一些草拟方法。有关的方法将在以下各节中引用。

3.1.4. 澳大利亚

澳大利亚已在家电项目的评价上作出了一些努力。澳大利亚在 2002 年为评价澳大利亚能效标准和标识项目创建了其第一个草拟框架。在 2004 年/2005 年对标识进行了额外的项目审计，最近于 2010 年对空调器和电冰箱进行了更全面的项目审计。(EE Strategies 2002, 2010) 这些研究对于他们在改进基准和修正因数的使用上 (见第 3.2.1 节)，以及他们有力的数据采集技术 (见第 3.2.2 节) 是非常有帮助的。

3.1.5. 欧洲联盟

欧洲的评价工作因最近的两个用以支持欧盟能效目标的大型项目而得到大力报导。第一个项目是对能源终端使用效率和能源服务 (EMEEES) 的欧盟指令进行监察和评价，着重于 20 种不同能效措施的自下而上的方法。(Larsonneur et al. 2009) 第二个项目

是欧洲的能效数据库 (ODYSSEE), 着重于对能效的自上而下指标, 作为监察欧洲的能效趋势和政策措施的一个途径。(Lapillonne et al. 2009)

EMEEES 方法涵盖了所有形式的常见项目, 包括规定(最低能源性能标准)、标识和培训措施、财政激励、自愿协议等。第 3.3.1 节评述了与家电(包括电冰箱和冷冻箱)标识影响相关的方法。除了为 20 种不同的措施创建自下而上的方法之外, EMEEES 项目还提出一个模式以便成员国建立国家能效行动计划(NEEAPs), 并提出一个方法以便欧盟委员会对国家能效行动计划进行事先评估和事后评价。

欧盟的 EMEEES 项目的总结报告主张自上而下的方法对家电和车辆有足够的精确度, 如果有定义良好的每件产品平均特定能耗的统计指标; 由于量化搭便车和乘数效应是很昂贵的, 因而自下而上的方法是有困难的。如果措施的年度节电量超过 4 千万 kWh, 年度节能量超过 1 亿 kWh, 或者是高于任何单独成员国的能源服务指令目标的 5%, 那自下而上的方法是合理的。如果一个成员国家只有有限的与措施有关的数据, 他们则使用欧盟的默认值。如果一个成员国有很针对措施的数据, 他们可按照具体的合并准则来计算节能量。(Wuppertal Institute 2009)

鉴于欧盟有历史悠久的分类标识项目, 除了回顾家电的 EMEEES 自下而上方法之外, 也参照了其他的研究。(Larsen 2012, Waide 1997) 图 13 显示了该分类标识可对电冰箱造成的影响。第 3.3.1 节将会更详细地探讨如何应用该市场占有率数据来计算能源影响。

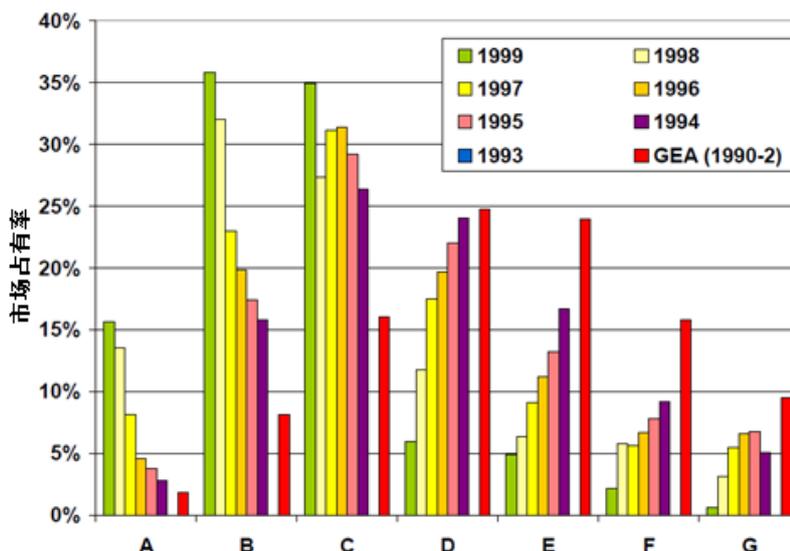


图 4. 欧盟标识+最低能源性能标准计划对电冰箱市场占有率的影响, 显示了较高效产品(A, B, C)的市场占有率正随着时间而增长

资料来源: Weil 2002

3.1.6. 其他国家和研究

国际能源机构(IEA)的需求侧管理计划中的项目之一是对 2005 年的能效评价项目进行概括的研究，并了解对影响的度量和验证以及评价政策措施的有效性的常规框架。

(Vreuls 2005) 特别是对于来自标准、标识、激励项目的影响，表 7 显示了按照国际能源机构定义的在输入、结果、影响之间的重叠。所有的项目需要输入资金（尽管是在不同的层面）和人力资源。每一个都可以导致增加更高能效产品的销售以及提高对能效产品（和一般的能效工作）的意识。所有的项目(如果能成功)将会导致一些量化的节能（和相关的二氧化碳减排）。从长远来看，将会发生的市场转型会导致可持续的能效市场变化。主要的区别是每个项目的结果。标准的实施与激励项目的实施是有很大的不同。

表 7. 标准、标识、激励项目的输入、结果、成效和影响

	输入	结果	成效	影响
MEPS	资金（来自行业和政府）和人力资源(项目管理者 and 评价者)	执行最低标准的工具	提高对能效产品的意识，增加能效产品的销售	节能（和相关的二氧化碳减排），市场转型(长期性)
标识/教育		印象、网站点击数等		
激励		补贴的能效产品		

资料来源: Vreuls 2005

最低能源性能标准项目将会有一些包括有关的法规、检测制度、有关最低能源性能标准的信息资料等的结果。产生的成效将是符合最低能源性能标准要求的家电设计和生产，由此得到的影响将是节能。国际能源机构的研究概述了若干最低能源性能标准和标识项目的指标，以及取决于数据评估和预算的三级评价复杂程度：全面、有针对性的、审查。

加拿大自然资源部(NRCan)对加拿大的家电最低能源性能标准进行了影响评价。在其研究中所用的数据是基于加拿大自然资源部的能效办公室所进行的一年两次的调查。加拿大家电制造协会也进行保密的数据统计，每个制造商提交其主要家电的出货数据。这项统计以假定不变的基准来计算由最低能源性能标准产生的节能。(Vreuls 2005)

在泰国，泰国发电管理局(EGAT)开展了一个用于电冰箱和空调器的自愿分类标识项目。泰国发电管理局的需求侧管理办公室进行了一个实施过程评价以收集有关消费者和制造商的行为和态度的定性数据；一个市场评价以评估项目对制造商的决定和市场渗透的影响；以及一个影响评价以评估项目在节省能源和需求方面的成效。他们对 50 家制造商和分销商以及 2000 个家庭进行了调查和采访。使用对空调器和电冰箱产品的直

接测量并结合来自调查的数据和产品效率的项目数据来估计所节约的能源和减少的需求。(Agra Monenco 2000a, 2000b)

国际电器标准标识合作组织 (CLASP) 的研究者对中国有关标识项目的意识和知识进行了一项研究, 类似于前文所述的能源之星意识调查。(Zeng et al. 2011) 该研究包括了 10 个省中的 15 个县市, 发现在成千个被调查者中大约有 61.5% 对能源标识制度有一些了解, 其中大多是通过在商店中的经历和看到在产品上展现的标识而熟悉了标识。研究人员希望建立可复制的研究, 以便能够不断地分析和改善中国的标识制度和有关的意识。在有关标准的评价上, 中国现在发布了关于标准和标识政策的年度白皮书, 对由于新的最低能源性能标准而产生的节能提供了 *事前* 评价估计。(CNIS 2012)

最后, 值得一提的是国际能效检测与确认规程 (IPMVP)。监测和验证 (M&V) 是能效项目评价中的关键组份, 它是从七十年代末起就一直不断发展的技能和科学, 当时它是在没有可用的标准的情况下基于逐个状况的特别安排来进行的。从那时起已经颁布了无数的监测和验证准则, 但国际能效检测与确认规程 (IPMVP) 是最知名的监测和验证准则。IPMVP 是在美国能源部的赞助下开发的, 目前正由非营利组织 (效率评估机构, EVO) 管理, 并正在制定新的监测和验证材料作为可公开获得的文件出版。

北美州的能源服务公司已经采用 IPMVP 作为行业的标准方法来进行测量和验证。从德克萨斯 (Texas) 到纽约 (New York) 的各州现在都要求州级的能效改装使用 IPMVP。美国联邦政府通过能源部的联邦能源管理计划 (FEMP), 对联邦建筑物的能源改造使用 IPMVP 方法。最后, 从巴西到乌克兰等一系列国家已采用了 IPMVP, 该规程已被译成保加利亚语、中文、捷克语、匈牙利语、波兰语、葡萄牙语、俄罗斯语、西班牙语、乌克兰语和其他语言。

IPMVP 提供了框架和定义来帮助从业人员为他们的项目制定监测和验证计划, 以验证节能效果。IPMVP 包括了最佳实践的指导, 以确定由能效、节水、可再生能源项目产生的节约。典型的监测和验证活动分为四个领域:

1. 准备适合现场条件的监测和验证计划
2. 确定会影响基准能耗的实施前条件
3. 确定会影响实施后能耗的实施后条件
4. 进行监测和验证活动来验证运行和达到的节能量

为了量化能源的节约，可使用一个或多个以下的监测和验证技术：检查、工程方法、计量、统计分析、计算机模拟的系统绩效。监测和验证通常涉及几项以上技术的整合。IPMVP 是围绕着四个监测和验证方案的共同结构而建立的。提供几个监测和验证方案的目的是允许用户在评估节约情况的成本和方法上有灵活性。选择一个特定的方案是基于对风险和买卖双方对风险的分担的预期以及项目的特性。各个方案在验证测量的水平和持续时间的方法上是有所不同的。没有一个方案一定会比其他的更昂贵或更准确。基于现场特有的因素及客户的需求和期望而各有长处和短处。预期项目评价者将使用其中的一个方案来报告测得的节能量。

3.2. 家电标准项目的影响评价

家电标准的 *事前* 评价在一些国家的标准制定过程中起了重大的作用，即可以为不同等级的拟议标准去估计国家能源需求的影响——本质上是以不同的 UEC_e 水平针对同一基准。使用对出货量的预测来估计“措施的数量”，即是在新标准下出售的产品数量。可以建立基准来估计在没有标准之下高效产品的一些初期市场渗透率。这些元素组合了在文献中一般称为基于工程的模型或产品存量模型。*事后* 评价可以使用与 *事前* 评价相同的估算值或根据数据（而不是预测）来更新它们，例如，使用实际的出货量或销售量而不是预计的出货量。此外，*事后* 评价可选择使用一些修正因数以便更准确地估计在标准之下的总节能量，如图 14 所示。本节将回顾以下的方法：1) 产品存量模型，2) 建立基准，3) *事后* 评价的选择。此外还将回顾有关的数据要求和提供计算的举例。

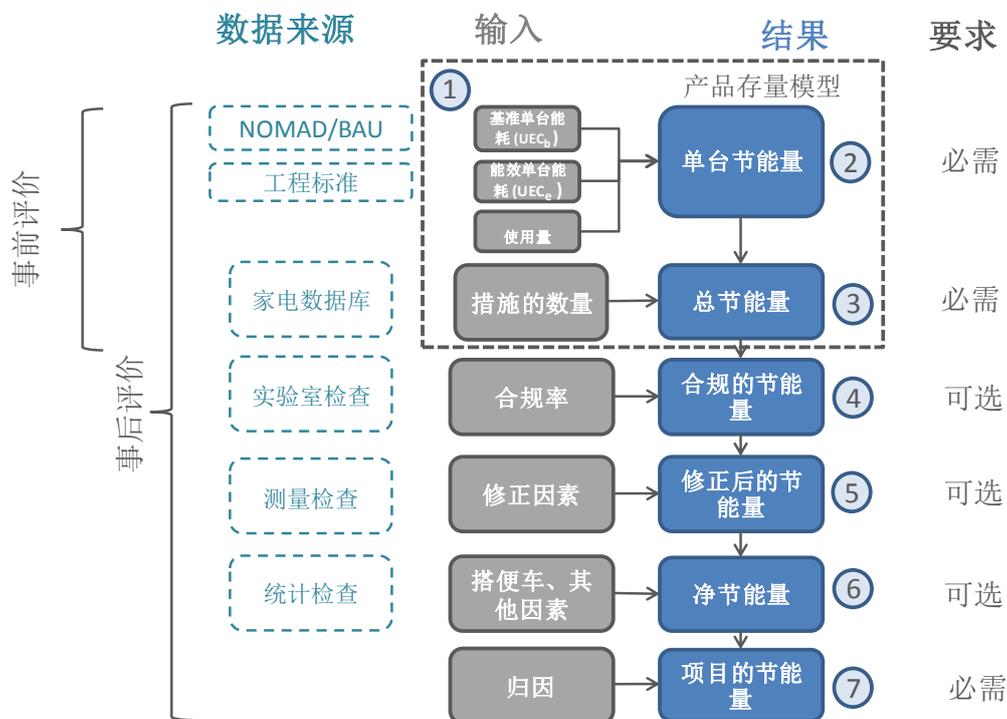


图 14. 标准的事前和事后评价框架

3.2.1. 对现有评价方法的评述

3.2.1.1. 产品存量模型

家电的各种产品存量模型方法都没有很大的分别。在美国、欧盟、澳大利亚进行的评价或标准发展的研究中都发现了类似的方法。在一般情况下，该模型只是家电的现存量、销售量、退役的互动，以及随着时间推移的相关能耗。劳伦斯伯克利国家实验室 (McNeil et al. 2012) 开发的 BUENAS 方法对该种互动采用以下方程。首先，在一如往常的状况下的总能耗由以下方程计算。

$$(Eq. 1) \quad E_{BAU} = \sum_{age} Sales(y - age) * UEC_{BAU}(y - age) * Surv(age)$$

- 销售量(*Sales*) (*y*) = 在年份 *y* 的产品销售量(出货量)
- *UEC*(*y*) = 在年份 *y* 销售的产品的单台能耗
- *Surv*(*age*) = 生存到 *age* 年龄的概率

如果没有出货量数据，产品销售量（出货量）可以从存量和替换的增加中获取。

$$(Eq. 2) \quad Sales(y) = Stock(y) - Stock(y - 1) + \sum_{age} Ret(age) * Sales(y - age)$$

- 产品存量(*Stock*)(*y*) = 在年份 *y* 中运行的产品数量
- *Ret*(*age*) = 产品将在一定的年龄退役（并且被替换）的概率

生存函数与退役函数通过以下相联系：

$$(Eq. 3) \quad Surv(age) = 1 - \sum_{age} Ret(age)$$

在没有销售和产品存量数据的情况下（正如在许多发展中国家中常见的），这些数字可由住户数目以及基于家庭收入、城市化、电气化的扩散方程来估计。这类数据通常更容易获得。

图 15 显示了这些函数在计算总节能量中的互动作用。

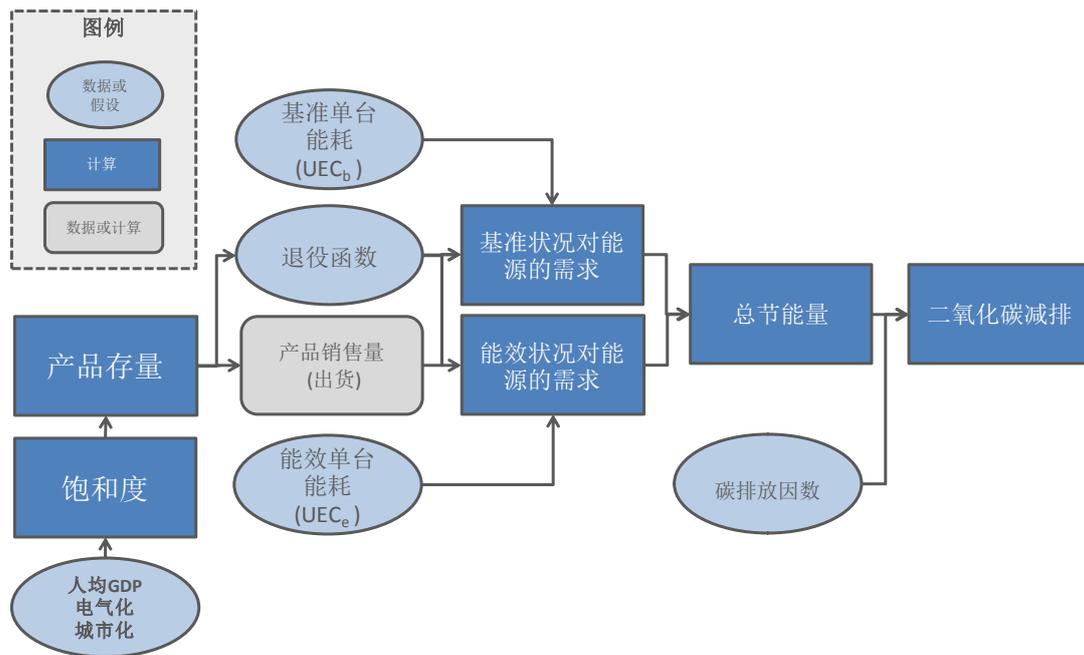


图 15. 用于净节能量事前评价的 BUENAS 方法

资料来源: McNeil et al. 2012

在美国的标准制定过程中，能源部按基准状况 (BASE) 与能效标准状况 (STD) 来计算全国的年度节能量 (NES)，如下所示：

$$(Eq. 4) \quad NES_y = AEC_{BASE} - AEC_{STD}$$

年度能耗 (AEC) 的计算是根据以下公式和变量将每个产品级别中的产品存量(或家电的数量)乘以其单台能耗 (UEC)。

$$(Eq. 5) \quad AEC_y = \sum STOCK_V * UEC_V$$

- AEC = 全国年度能耗，是不同产品级别的历年出产产品存量的总和，STOCK_V
- NES = 全国年度节能量
- STOCK_V = 生存在能源部计算年度能耗的年份的 V 年出产的产品存量
- UEC_V = 每台产品的年度能耗，(kWh)
- V = 新购买该产品时的年份
- y = 在预测中的年份

为基准和标准的状况建立单台能耗 (UEC) 将在关于基准的下一节中作解释。有趣的是美国的方法稍后也纳入了称为使用点到来源换算系数以考虑与发电、输电和配电有关的损耗。节电量是以使用点能源来计算 (kWh)，然后通过使用点到来源换算系数转换为初级能源。

产品存量的方程如下所示：

$$(Eq. 6) \quad Stock(j, age = 1) = Ship(j - 1)$$

$$(Eq. 7) \quad Stock(j + 1, age + 1) = Stock(j, age) * [1 - prob_{Rtr}(age)]$$

- 产品存量(j , 年龄(age)) = 在某一年龄的产品数量
- j = 对产品存量进行估计的年份
- 出货(j) = 在年份 j 中购买的产品数量
- $Prob_{Rtr}(age)$ = 退役概率函数

方程 6 表述了年龄为一年的产品数量等于前一年新购买的产品数量，而方程 7 是用于去除基于退役概率函数的一小部分产品存量。这些退役的家电将会被替换，可以使用以下公式来估算，其中 N 是该型号开始其存量统计的年份：

$$(Eq. 8) \quad Rpl_p(j) = Stock(j - 1) - \sum_{age=0}^{ageMax} \sum_{j=N}^{j-1} Ship_j * prob_{Rtr}(age)$$

最后，可以用以下等式估算出货量：

$$(Eq. 9) \quad Ship(j) = Rpl(j) + NH(j) + Conv(j)$$

其中出货($Ship$)是在年份 j 的总出货量， Rpl 是在年份 j 的替换出货量， NH 是发往新建住宅的货量， $Conv$ 是因额外购买的电冰箱而带来的发货（第二个电冰箱或现有住户第一次购买的电冰箱）。生存函数也是在产品存量和替换计算中的一个关键成分。它描述了家电在一定的年龄下仍在使用的概率，是基于威布尔(Weibull)分布，一个用以描述失效率的常见方程。

$$(Eq. 10) \quad P(x) = e^{-\left(\frac{x-\theta}{\alpha}\right)^\beta}$$

- $P(x)$ = 在年龄 x 的家电仍在使用的概率，
- X = 家电的年龄，
- α = 尺度参数，是在指数分布中的衰变长度，
- β = 形状参数，是确定随着时间的失效率变化方式，
- θ = 延迟参数，出现任何失效之前所允许的延迟。

3.2.1.2. 设定基准

为标准评价设定基准正变得更加困难。由于标准和标识项目数量的增加，在许多国家中自发的效率改进不再有很多随着时间积累的数据。虽然这些项目的扩散对能效来说是好事，但它会使设定基准变成有点像猜谜游戏，尽管方法正在得到改善。在一般情况下，标准评价有几种基准设定方法可供选择：

1. 不变的基准：新产品的效率保持在基准状况不变
2. 改进基准：凡有历年来的单台能耗（UEC）数据存在，新产品的效率改善与历史上自发的效率改善率相似，即未来会一直下降
3. 市场占有率基准：凡有不同效率的产品型号的市场占有率数据存在，可估计未来年份的效率基准
4. 巴斯(Bass)模型基准：以最先进的曲线拟合市场对能效产品的接纳来预测自然发生的市场接纳(NOMAD)

不变的基准通常用于当缺乏由市场驱动的改进的数据时，通常是在许多发展中国家中。在巴西和南非等国家中，BUENAS 模型往往将不变的基准用于对潜在效率标准的 *事前* 评价，而中国标准化研究院(CNIS)也在其预测各类产品的新最低能源性能标准的节约潜力的年度白皮书中使用不变的基准。(CNIS 2012)

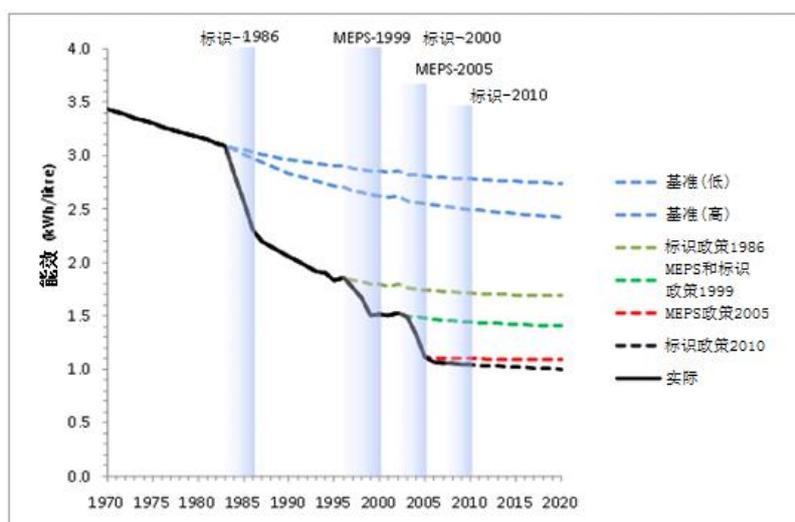


图 16. 5T 电冰箱系列在各种政策情况下的平均效率

在澳大利亚最近对电冰箱标准和标识项目进行的全面评价中采用了改进基准。(EE Strategies 2010) 如图 16 所示，各种标准和标识项目对出售的电冰箱的效率产生了不同的影响，包括于 1986 年实施的第一次强制性标识，于 1999 年更新的标识和实施的最低能源性能标准，以及于 2005 年实施的经更新的最低能源性能标准。在澳大利亚的评价者有高质量的出货量数据(见下一节)，因此，他们可以将将在澳大利亚销售的所有电冰箱的每个产品组的加权效率的历史趋势绘成图表。每次实施了一项新政策，就将以前的改进率（来自以前的政策并已经变得放缓或平展）延伸到未来作为节能的新基准。根据这个基准，累计节电量的计算可将平均单台能耗(UEC)乘以使用量（每天 24 小时、每年 365 天）再乘以产品出货总数，如图 17 所示。

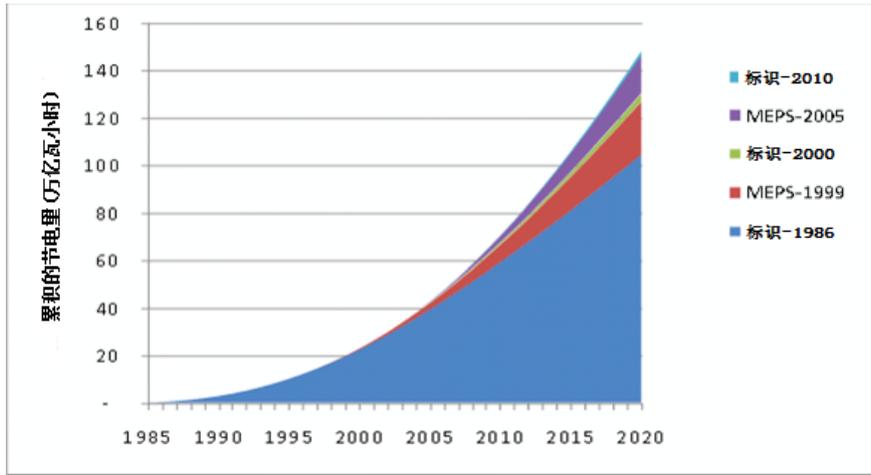


图 17. 来自标准和标识政策的累计节电量与基准的对比

资料来源：EE 战略 2010

对美国联邦最低能源性能标准的潜在标准水平进行的 *事前* 评价使用了市场占有率基准。由于能源之星目前在家电能效的发展过程中发挥了重大的作用，因此在制定基准时必须对它加以考虑。通常能源部会与环保局一起对在没有标准的情况下某种家电的能源之星市场占有率的走向进行估计。将潜在标准的等级设定在高于基准的 10%、15%、20% 等（与其相应的能源使用因数[EUF] 是 0.90、0.85、0.80 等），然后在这些档次内估计市场的占有率。为了得到在基准和标准状况下的单台能耗(UEC)，首先必须根据下面的公式来计算出出货量加权的能源使用因数(SWEUF)。

$$(Eq. 11) \quad SWEUF_N = \sum_N^6 EUF_N * Market\ share_N$$

使用在表 8 中查到的市场占有率和能源使用因数数据，可计算出 SWEUF，然后乘以该类别的基准用能，在本例中是 539kWh+5 * AV，AV 是经调整的数量。最终的结果是基本状况加上一些能效产品的 NOMAD（在本例中是由于能源之星）。鉴于在固定效率情况下的 SWEUF 将是 1，在此情况下它已经是 0.965，表示该自然改进的水平。收集所有产品类别的类似市场占有率假设，然后对照 EUF 来计算并得出可用于任何特定标准级别的 *事前* 评价的 UEC_b 和 UEC_s。

表 8. 用于制定标准的美国联邦最低能源性能标准的全国影响分析：在 2014 年标准状况下的标准尺寸顶装式电冰箱-冷冻箱的能效市场占有率、出货量加权的能源使用因数、平均用能量

效率水平 (小于基准状况的%)	能源使用因数 (EUF)	市场占有率%						
		基准状况	在效率等级的标准:					
			1	2	3	4	5	6
基准	1.00	78.2	-	-	-	-	-	-
1 (10)	0.90	4.2	82.3	-	-	-	-	-
2 (15)	0.85	9.4	9.4	91.7	-	-	-	-
3 (20)	0.80	8.3	8.3	8.3	100.0	-	-	-
4 (25)	0.75	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0	-	-

5 (30)	0.70	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0	-
6 (36)	0.64	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
出货量加权的能源使用因数 (SWEUF)		0.965	0.887	0.846	0.800	0.750	0.700	0.640
平均用电量 (千瓦时)		520	478	456	431	404	377	347

资料来源：美国能源部 2011a

最后的范例是基于巴斯(Bass)曲线的基准。一些市场(如欧盟)自九十年代初以来已实施了标识项目，因此有着丰富的家电能效市场占有率数据。图 18 显示了不同效率等级的电冰箱在欧盟的市场占有率。

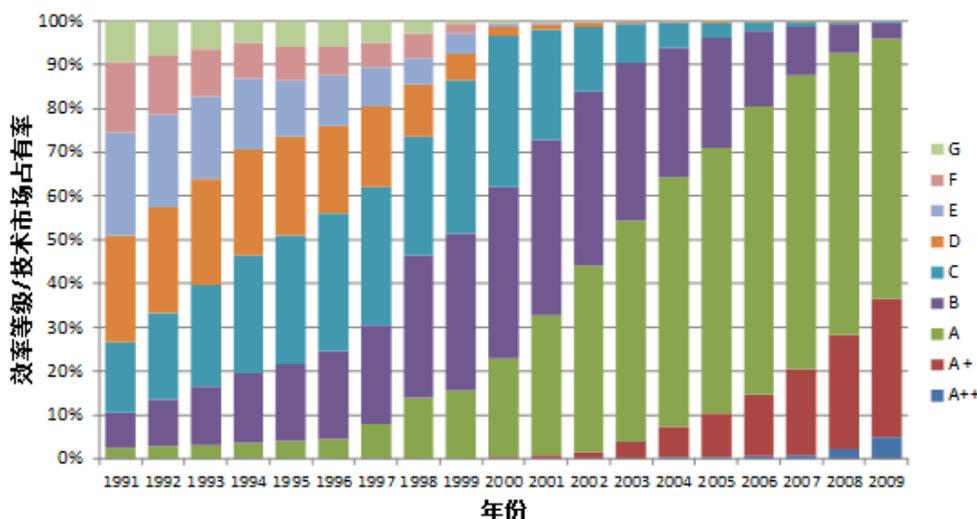


图 18. 不同效率等级的电冰箱在欧盟市场占有率的演变

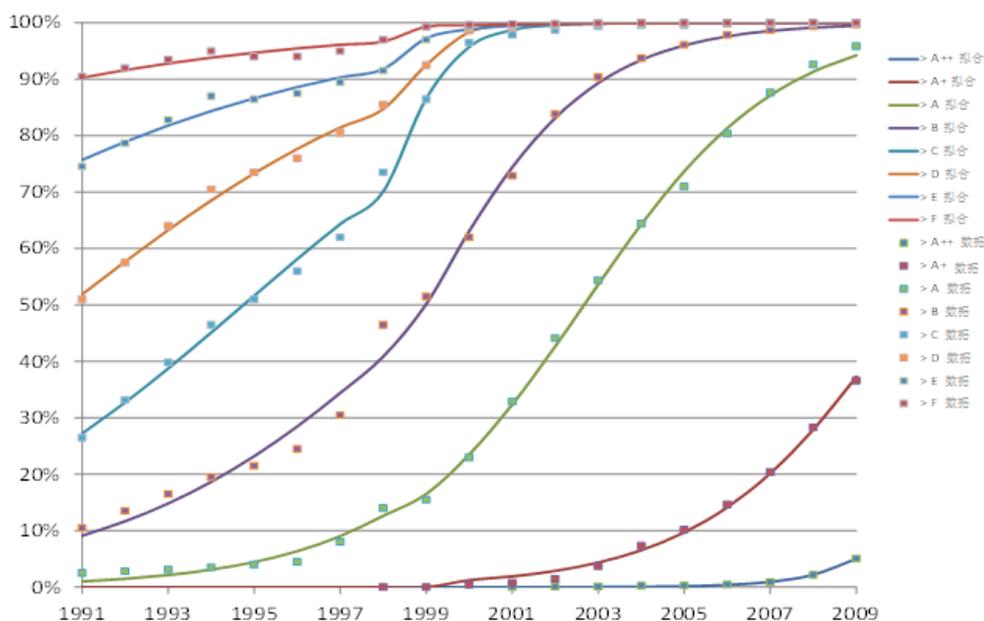


图 19. 来自图 18 的市场占有率数据点标图并拟合 Bass 曲线代表 MEPS 之前和 MEPS 之后相组合的拟合

资料来源：Van Buskirk 2012

可以使用这些数据制定巴斯(Bass)曲线拟合来表达不同等级的市场占有率随时间的推移而变迁的情况，使用两个不同的拟合来表示1999年之前和1999年之后的时段，因为最低能源性能标准政策是在当时引入的（以前只实行分类的标识）。(Van Buskirk 2012) 研究发现电冰箱能效指数的年度平均改善在1999年之前大约是每年3.0%，而在1999年以后是6.6%，表明了最低能源性能标准政策所发挥的重大影响。

表 9. 在加利福尼亚州最低能源性能标准下一些家电和措施的初期市场渗透和 NOMAD

措施和家电	进入市场的年份	2006 年的初期市场渗透、%	NOMAD	
			2015	2030
有线照明、新住宅	2000	8	35	56
新的天窗下的照明控制	2000	7	38	51
现有的风管改进，住宅	1990	10	17	19
现有的风管，非住宅	1990	2	7	19
消费电子产品-电视	2000	41	76	83
消费电子产品-DVD 光盘机	2000	24	58	61
消费电子产品-音频播放器	2000	26	46	50
住宅泳池泵，2 种速度，第二级	1995	6	23	33
脉冲启动金属卤化物灯	1992	26	46	57
一般用途白炽灯	1970	47	50	52
商用洗碗机喷雾阀	1985	25	41	51
单元加热器/风管炉	1965	50	58	65

资料来源: Quantec 2007

加利福尼亚州经常为没有联邦标准的家电和其他建筑效率措施制定州一级的标准。在2007年对这些全州性规范和标准的市场接纳和合规率进行了一项研究。对初期市场渗透和 NOMAD 作出了估计，如表 9 所示。这些估算值是基于对家电和能效专家的调查而作出的。他们的调查使用了网上模拟软件对每个产品的巴斯(Bass)曲线方程中的几个参数作出估计。方程式如下所示：

$$(Eq. 12) \quad F(t) = \frac{1 - e^{-(p+q)t}}{1 + \left(\frac{q}{p}\right) e^{-(p+q)t}}$$

- $F(t)$ = 采纳的累积分数
- p = 创新系数
- q = 模仿系数
- t = 已过去的时间和 t_{max} = 将发生最多采纳的时间(不在方程中)
- 最高采纳率(不在方程中)

为了估计巴斯(Bass)曲线，在以上五个数值之中至少需要三个，为此加利福尼亚州的评价者发明了一种调查方法，该方法使专家可以在网上登录并在一个网上工具中指明这五个变量中的其中三个，由图 20 所示。

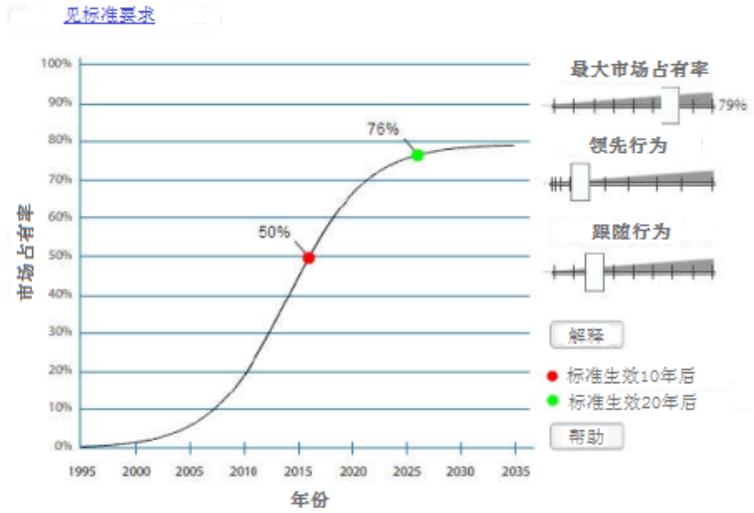


图 20. 用于在加州家电标准的研究中确定 NOMAD 的网上专家调查工具

资料来源: Quantec 2007

3.2.1.3. 事后评价的选择

家电标准的 *事前* 评价是很常见的，因为他们能帮助证实能效可减少国家或州的能源需求并在该过程中有可能节省消费者的金钱。然而这些评价采用了很多家电在使用现场的性能的假设，因此对以现场数据修正 *事前* 评价来实现更准确地估计节能效果的注意正在日益增长。

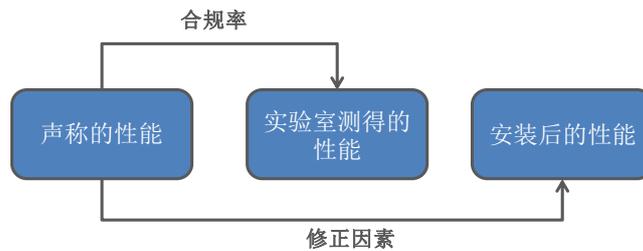


图 21. 性能数据的合规率和修正因数的关系

有一些因素可能会导致家电的效率在使用现场有很大的差异。例如，用于在 *事前* 评估中的 UECe 通常是基于制造商声称或报称的工程指标。在许多国家中，这些指标是经过第三方实验室的检测验证，但并非所有国家都有产品检测，而且经过检测后仍然可能会有不合规的产品存在。可以对产品的样本进行验证检测以获得有代表性的合规率，并测试在实验室的性能与所声称的性能有何不同，如图 21 所示。或者可对安装在家庭或商业建筑中的家电进行仪表测量，然后可将安装后的性能与所声称的性能进行比较。

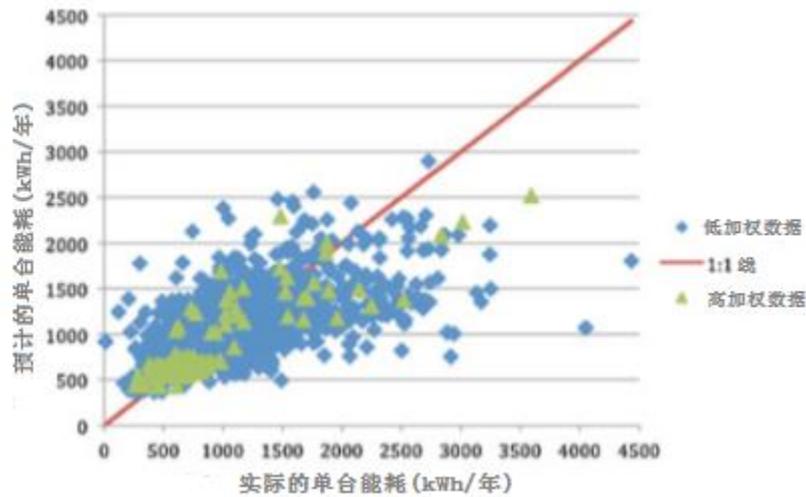


图 22. 电冰箱的预计与实际单台能耗(UEC)

资料来源: Greenblatt et al. 2011

电冰箱的检测规程中包含了一组静态条件，用作产生类似一般在使用现场观察到的能耗。检测在 32° C 或大约 90° F 下进行（与大多数运行条件相比这个温度是偏高的），电冰箱内是空的而且没有开门和关门的动作以模拟消费者的实际活动。人为的高环境温度补偿了没有开门的动作和没有放入（暖）的食物。最终的结果是一些在单个家庭中的实际（已安装的）UECs 会比预计或声称的要高或要低，如图 22 所示。劳伦斯伯克利国家实验室的研究者对修正因数（也称为使用情况调整因数 UAF）进行了研究，它的范围是从 0.87 至 1.11，而平均为 1.01 至 0.99（见表 14）。这些类型的研究通常不会在作为联邦标准制定的一部分的事后评价中进行。

在电冰箱标准的制定中，能源部在制定 UAF 中使用能源部的住宅能耗调查(RECS)数据，首先要估计在住房单位的代表性样板中的标准尺寸电冰箱/冷冻箱和冷冻箱的使用现场用能情况。由于对用 RECS 数据来作出这些估计存在着一些疑问，因而以从七个不同的研究及总共超过 1900 个数据点中采集使用现场测量的用电数据来代替。然后以现场计量的年度用电与实验室测试的用电的比率来计算 UAF，如下所示。

$$(Eq. 13) \quad UAF_i = FEC_i / TEC_i$$

- UAF_i = 特定于使用现场计量数据点的使用情况调整因数；
- FEC_i = 使用现场计量的年度用电量；
- TEC_i = 测试年度用电的能耗。

能源部对可能有用的一些变量进行复原以建造一个根据家庭和气候变量来预测 UAF 的函数。将特定于每个家庭、产品、气候变量的 UAF 代入函数来取得每个代表性的 RECS 家庭的使用现场能耗。这种方法如图 23 所示。

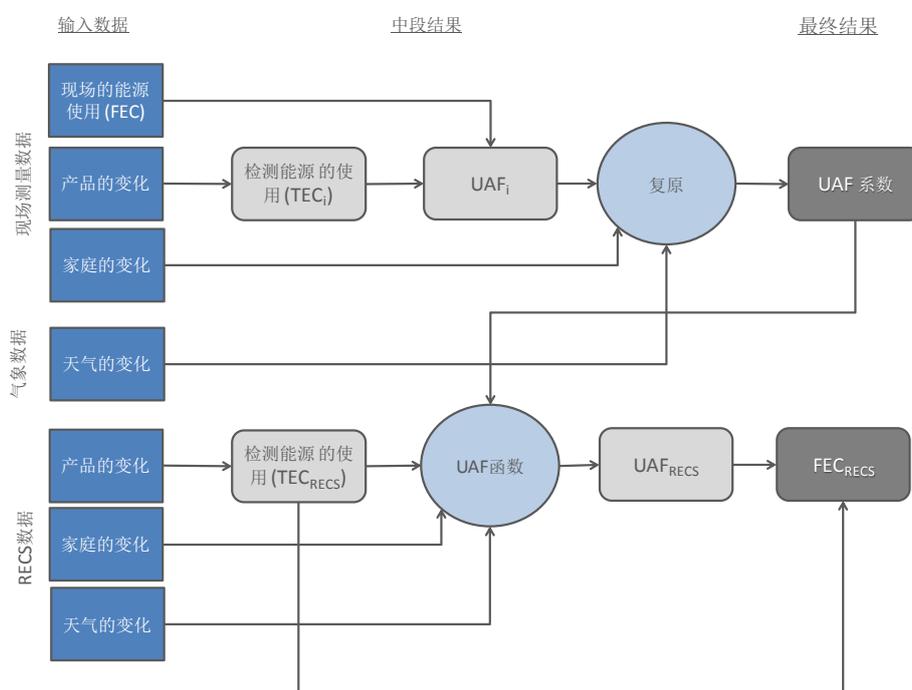


图 23. 确定不同类型电冰箱产品的使用现场能耗的流程图

资料来源：能源部 2011a

在对澳大利亚冷藏家电的标准和标识的评价中，基于有限的测试数据，评价者认为电冰箱的修正因数大约是 0.9，而冷冻箱大约是 0.75，因为测试时的温度是 32° C 而实际的运行条件是 16-24° C。在 16° C 时的能耗可能是在 32° C 时的 0.35-0.55 倍，因此在预算许可之下是值得计算这些修正因数的。劳伦斯伯克利国家实验室的研究者建议在未来版本的 RECS 中纳入对家电的计量，所得数据可用于许多标准的制定和事前评价的计算中。

正如修正因数一样，迄今在评价研究中并未有规律地使用对合规率的调整。加利福尼亚州在 2007 年的标准评价研究中纳入了对合规性的估计。(Quantec 2007) 该评价并没有以产品的验证检测来估计合规率，而是针对产品是否已作为最低能效性能标准要求的一部分在加州能源委员会 (CEC) 注册来对其进行评价。制造商有责任提交带有所需资料的申请以便在加利福尼亚州合法地销售他们的产品。评价人员将这张合规产品的清单与零售销售数据 (数量和品种) 进行对比以确定总体的合规率。如果一种产品不符合标准 (即没有正确地在 CEC 注册) 并且有高的销售量，这将对合规率产生重大的影响。最后，一些产品的不合规率最终变得很高 (见表 10)，这将会减少在正式标

准评价中的节能量。根据采集到的数据量，评价人员也会给估算值赋予一个确实程度。(Quantec 2007)

表 10. 在加利福尼亚州家电标准评价中对家电的不合规率估计的总结

家电类别	估计的不合规率	估计的确实程度
电视机	41 %	中
DVD 光盘播放器	57 %	中
住宅泳池泵	15 %	中
一般用途白炽灯	27 %	中
金属卤化物灯具	37 %	低
步入式电冰箱/冷冻箱	0 %	中
预清洗喷雾阀	4 %	高
单元加热器和风管炉	44 %	低
冷冻罐装/瓶装饮料自动售货机	63 %	低

资料来源: Quantec 2007

3.2.2. 数据的要求和来源

标准评价的数据要求将取决于评价的范围和预算。在澳大利亚对其电冰箱标准和标识项目的 *事后* 评价中，有一个可追逆到几十年前的相当完整的市场数据集为评价建立了坚实的基础。具体而言，澳大利亚使用了一家称为 GfK 的市场营销公司来采集以下类型的数据：

- **按类型、年份、州分类的电冰箱存量：**电冰箱的拥有情况在州的层面是相当均匀的，但是各州的单独冷冻箱拥有情况（产品存量）有很大的不同。
- **按产品组分类的新电冰箱销售量：**这不会经常直接用在产品存量模型中，但这些数据对准确地按年份权衡进入市场的新产品的特性是有必要的，而且总的市场销售量信息提供了产品平均寿命周期的间接指标。
- **按产品组分类包括容量/尺寸、能源分类的销售量**和任何允许在型号层面评估能效的特征。
- **按气候区的电冰箱分布**（尽管在澳大利亚的所有证据都表明这种影响一般是可以忽略不计的 — 所有州的销售加权平均值是几乎完全相同的）。
- **修正函数**将制造商申报的“测试”数据转换成在家庭中的实际能耗，并与气候区相联系。(EE Strategies 2010)

从 1993 年至 2000 年收集了最受欢迎型号的市场销售量，从 2001 年至 2009 年由 GfK 收集了所有型号的市场销售量。在 1994 年、1999 年、2002 年、2005 年、2008 年由澳大利亚统计局收集了拥有状况和市场饱和度数据。最后使用一个产品注册数据库将销售数据与每个型号的其他资料相联系，包括能耗、容量、除霜类型等。

如果没有这种类型的市场销售数据时，销售和产品存量数据也可以像 BUENAS 模型一样使用其他参数进行估计，如城市化、家庭收入、电气化等。拥有状况和市场饱和度通常使用可定期进行的“快照”调查来估计。加利福尼亚州的住宅效率饱和度工具 (CREST) 和 RECS 就是很好的范例。对于 CREST，表 11 中的资料是大约每五年一次在足以准确地代表加州人口的家庭样本数量中收集的。

表 11. 为加州住宅效率饱和度工具收集的数据

能源的用途和特点	输出结果	交叉分类
<ul style="list-style-type: none"> • 照明 • 加热和降温系统 • 电冰箱/冷冻箱 • 热水炉 • 洗碗机 • 洗衣机/干衣机 • 保温材料 • 窗 • 消费电子产品 • 其他 	<ul style="list-style-type: none"> • 系统类型 • 效率 (UEC、EF、或类似) • 能力 • 年龄 • 制造商日期 • 大小 • 其他 	<ul style="list-style-type: none"> • 公用事业 • 住宅的类型 (单户、多户) • 住宅的年龄 • 气候区 • 住宅的大小 • 租凭或拥有 • 语言 • 其他人口统计数据...

资料来源: KEMA Inc.2005

表 12. 对标准的事后/事前分析所必需和可选的数据要求和来源

数据类型	在事前或事后中使用	必需或可选	数据来源
年度单台能耗 (UEC)	事前、事后	必需	制造商检测数据
现有产品存量	事前、事后	必需	市场数据, 政府的统计数字
市场饱和度 (所有权、市场占有率)	事前、事后	必需	市场调查
寿命期或退役函数	事前、事后	必需	制造商检测数据
未来出货的预测	事前	必需	历年来的市场数据, 政府的预测
使用调整系数 (UAF)	事前、事后	可选	测量的检测数据
自然发生的市场接纳(NOMAD)	事前、事后	可选	历年来的市场数据
合规率	事后	可选	测量的检测数据
实际出货/销售	事后	可选	市场数据
使用点到来源的换算系数	事前、事后	可选	发电厂能源数据
排放因素	事前、事后	可选	发电厂排放数据

表 12 概括了第 3.2.1 节中所述的最常用的数据类型。约有一半的数据类型是进行事前或事后评价所需要的，而许多可选的数据类型是事后评价对事前评价的估计作出的调整，如 UAF，合规率和实际出货量/销售数据。市场数据和调查，以及制造商的测试数据是所有所需数据类型的主要数据来源。计量测试数据和历年来的市场数据可以帮助改善评价估算。

3.2.3. 计算举例

3.2.3.1. 事前评估

这一节演示了基于所选择的研究中的事前和事后评价的一些计算举例。对于事前评价，主要的范例是能源部为设定美国的新电冰箱标准而进行的全国影响分析中的事前评价。进行事前评价的第一步是按产品类型和效率设定产品的存量，并跟踪该存量随着时间的变化。在第3.2.1节所述的失效率方程是用于规定替换产品的数量。图24描述了家电产品生存的典型分布。电冰箱的平均寿命是稍高于15年。当超过特定的门限值（电冰箱是5-6年）之后失效率每年都会增加。到了30年时约有95%的电冰箱将已退役。

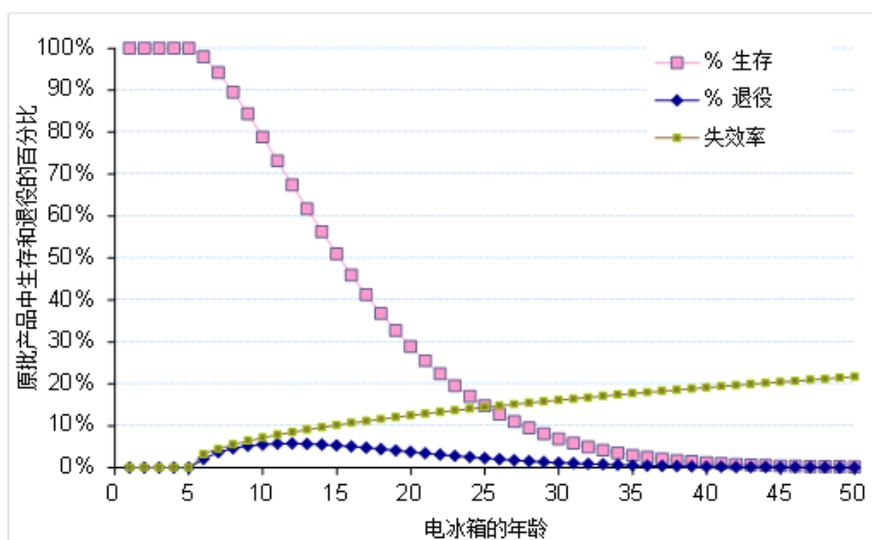


图 24. 电冰箱作为年份的函数的失效、退役、生存率

资料来源：能源部 2011b

这个周转率对确定消费者将在何时会购买新的和由于新标准而具有更高能效水平的家电是关键。这些购买活动将作为替换产品量记录在存量模型中。该模型还将纳入对新建住房（根据政府的住房统计和预测）和第二次购买电冰箱的估计（超出了这项研究的范围）。新的出货是替换、新建住房和转换到第二台电冰箱的总和。表13显示了能源部为拟议的标准所作的全国影响分析中的事前评价模型中的数据举例。图25以图形来显示最终结果，与历史上的出货数据相比效。

表 13. 新出货量按替换产品、新建住房和第二个冰箱的拆解

年份	新出货量	总产品量	市场细分			模拟的总出货量
			替换产品量	用于新建住房的产品量	转化成第二台电冰箱	
2005	11.134	140.439	6.594	2.807	1.26	10.659
2006	11.078	144.745	6.772	2.476	1.28	10.523
2007	10.402	148.192	6.955	1.894	1.26	10.113
2008	9.314	150.357	7.149	1.294	1.19	9.630
2009	9.223	152.227	7.353	0.801	1.07	9.223

2010	9.865	154.512	7.580	1.218	1.07	9.865
2011	10.928	157.618	7.822	1.957	1.15	10.928
2012	11.619	161.167	8.070	2.272	1.28	11.619
2013	12.017	164.881	8.303	2.356	1.36	12.017
2014	12.283	168.669	8.496	2.380	1.41	12.283
2015	12.567	172.582	8.654	2.475	1.44	12.567
2016	12.842	176.625	8.799	2.570	1.47	12.842
2017	13.063	180.732	8.956	2.602	1.51	13.063
2018	13.298	184.900	9.130	2.637	1.53	13.298
2019	13.559	189.137	9.322	2.679	1.56	13.559
2020	13.795	193.406	9.526	2.680	1.59	13.795

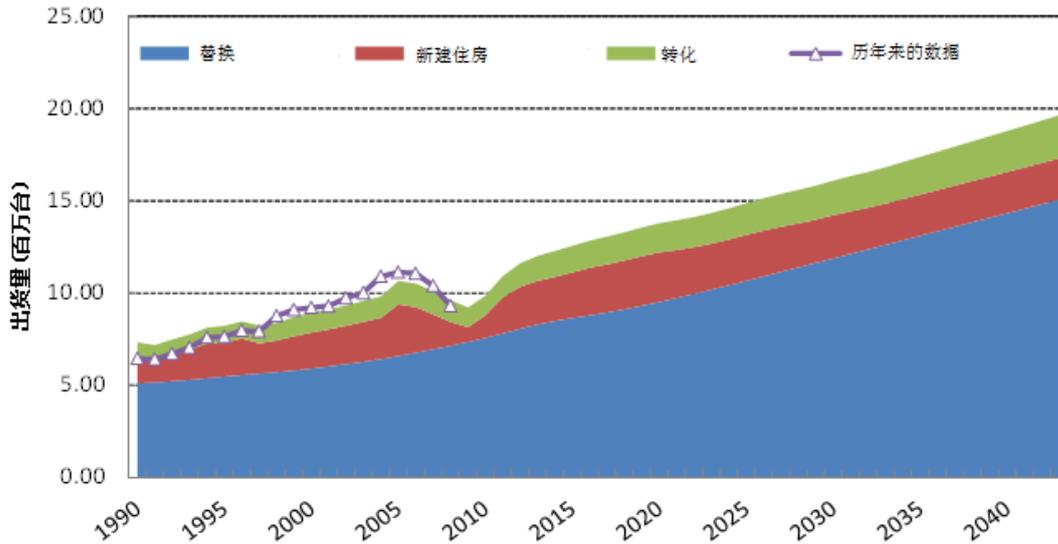


图 25. 电冰箱按替换产品、新建住房和转化的出货模型与历年来的出货数据相比较

Source: 能源部 2011b

一旦设定了产品存量，下一步是为基准和在给定产品级别内的拟定标准水平计算单台能耗(UEC)。根据第 3.3 节中表 8 所述的方法，将预计的效率分配乘以拟定的 UECe 水平，从而得到出货加权的 UEC。在这种情况下对标准的最高水平进行测试，显示了在 2014 年标准生效时，UECe 将从每年 519kWh 变为每年 347kWh。2013 年的加权平均用能量的计算方法是将左边的市场占有率乘以右侧表中与其相关的 UEC，合计后得到下面所见的每年 519kWh。由于本例中标准状况下的市场占有率在 2014 年实施标准时将完全转向最高效率的产品，所以 UEC 会降到每年 347kWh。

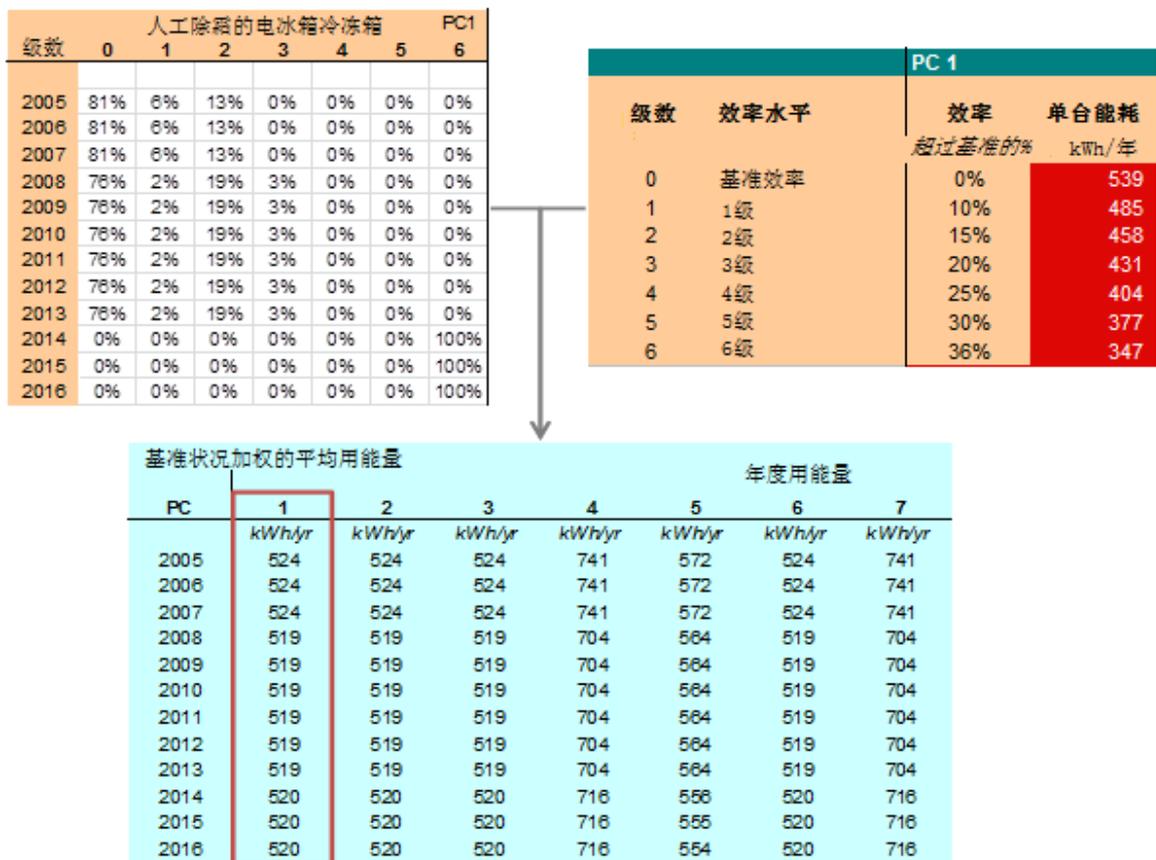


图 26. 全国影响分析的出货加权 UEC 的计算；注：产品类别（PC）1 显示为红色。产品类别 2-7 使用不同的 UECs 及销售加权来计算

资料来源：能源部 2011b

下一步是根据电冰箱在使用现场与在检测实验室的运行情况差别，以 UAF 对 UEC 进行修正以获得更准确的估计。表 14 显示了来自最终规则分析中采用使用现场计量数据计算的均值 UAF。能源部还发现 UAF 会随着时间而变化，如图 27 所示。较新的产品表现得比在测试时更加高效 (UAF<1)，而较旧的产品 (20 年或更旧) 运行时比测试过程中的效率更低 (UAF>1)。

表 14. 不同电冰箱产品等级的使用量调整因数的平均值和范围

产品等级	样本规模	均值 UAF — 平均 (范围)
顶式电冰箱-冷冻箱	2,303	1.00 (0.88 到 1.11)
底式电冰箱-冷冻箱	2,303	0.99 (0.87 至 1.10)
并列式电冰箱和冷冻箱	1,026	1.01 (0.90 至 1.11)

资料来源：能源部 2011a；注：最终规则分析的范围是从第 1 年到第 20 年的产品寿命周期。

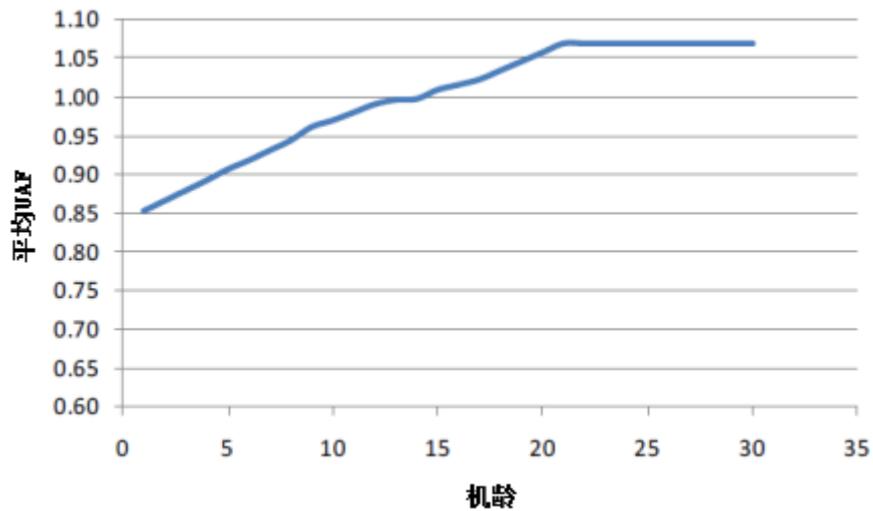


图 27. 作为产品年龄函数的平均使用量调整因数

资料来源: 能源部 2011a

最后一步是按以下方程计算年度总节能量:

$$(Eq. 14 \text{ and } 15) \quad NES_y = AEC_{BASE} - AEC_{STD} \quad | \quad AEC_y = \sum STOCK_V * UEC_V$$

可以简化为:

$$(Eq. 16) \quad NES_y = \sum STOCK_V * \Delta UEC_V$$

其中 ΔUEC_V 是图 28 所示的标准状况和基准状况之间的区别。根据生存函数和新出货函数计算出特定以往出产年份 V 的尚存产品, 并乘以 UEC 在标准状况和基准状况(即在 V 年购买的产品的 UEC)之间的变化。该方程也将使用如前所述的 UAF。

单件能耗 (kWh/年)	基准状况	标准状况
2005	524	524
2006	524	524
2007	524	524
2008	519	519
2009	519	519
2010	519	519
2011	519	519
2012	519	519
2013	519	519
2014	520	347
2015	520	347
2016	520	347

图 28. 在基准状况和标准状况下的 UEC, 于 2014 年开始可见

资料来源: 能源部 2011b

3.2.3.2. 事后评价

一旦确定了总节能量，就可以进一步进行选择性的计算以得到更切合实际的估算值。以下的范例是来自加利福尼亚州实施对不包括在联邦标准中的家电和电子产品的新标准的州级研究，该范例是关于电视机待机耗电的标准。它从总节能量开始，然后纳入NOMAD、合规率、以及自然产生的标准发展的估计。表 15 列出了这项事后评价所需的主要参数。

表 15. 对加州电视机标准的事后评价研究的参数

参数		
总能源参数	总节能量	68 GWh
	实际安装后的校准值	1
巴斯(Bass)曲线参数 (NOMAD)	最大渗透	83 %
	开始的年份	2000
	p	0.07
	q	0.17
合规率参数	假设的不合规率	41 %
其他参数	假定的规范更新率	6 年

资料来源: Quantec 2007

根据《加利福尼亚州家电标准法规》第 20 条来假定效率标准会得到定期更新。对于电视机来说，假定的规范更新率是六年。

为了确定不合规率，评价人员考察了 13 家商店并清点了货品以检查产品是否在加州能源协会的数据库中。如果产品不在数据库中就会被列为不合规。评价人员可以找出在商店出售的型号总数，但只可获得那些型号中小部分的库存数据。总共清点了将近 3000 部有库存数据的电视机，并发现有 41%是不合规的，如表 16 所示。

表 16. 电视机的不合规率

使用的数据	总数	达标	不合规	不合规率 %
型号总数	876	402	474	54 %
仅对于有库存数据的型号	537	236	301	56 %
库存	2,943	1,174	1,199	41 %

资料来源: Quantec 2007

最后需要估计巴斯(Bass)曲线和 NOMAD 率的参数。专家通过如图 20 所示的网上工具作出回应。该回应将经过会总并计算出平均值，如图 29 所示。从这个平均值可以确定创新和模仿系数，并计算出 NOMAD 曲线。

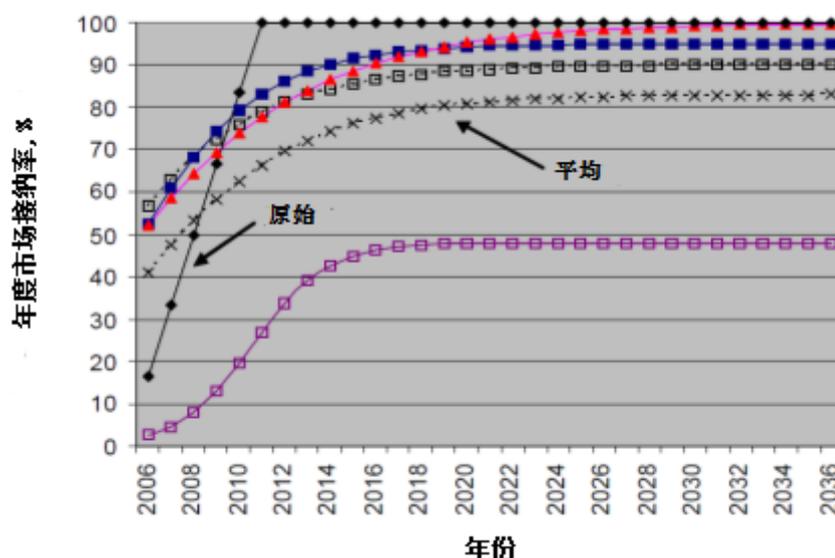


图 29. 合规电视机的市场接纳情况估计

在下一页中的图 30 进一步详细说明了在该事后评价计算中所采用的计算和步骤。从电子表格中可以看出，年度的净节能量与年度的总节能量是有很大的不同。NOMAD 和正常产生的标准都对标准有巨大的影响。特别是这种方法假定在标准更新后就不再来自该标准的新净节能量，而节能量都是与新的、经更新的标准有关。NOMAD 和不合规的调整也会显著减少总节能量。但是应当注意的是，这项研究中的那些调整方法都是很粗略的。不合规调整是基于产品库存和认证，而不是实际检测实验室（通过产品验证）或计量测试的数据，而对 NOMAD 的估计是基于行业专家的调查。

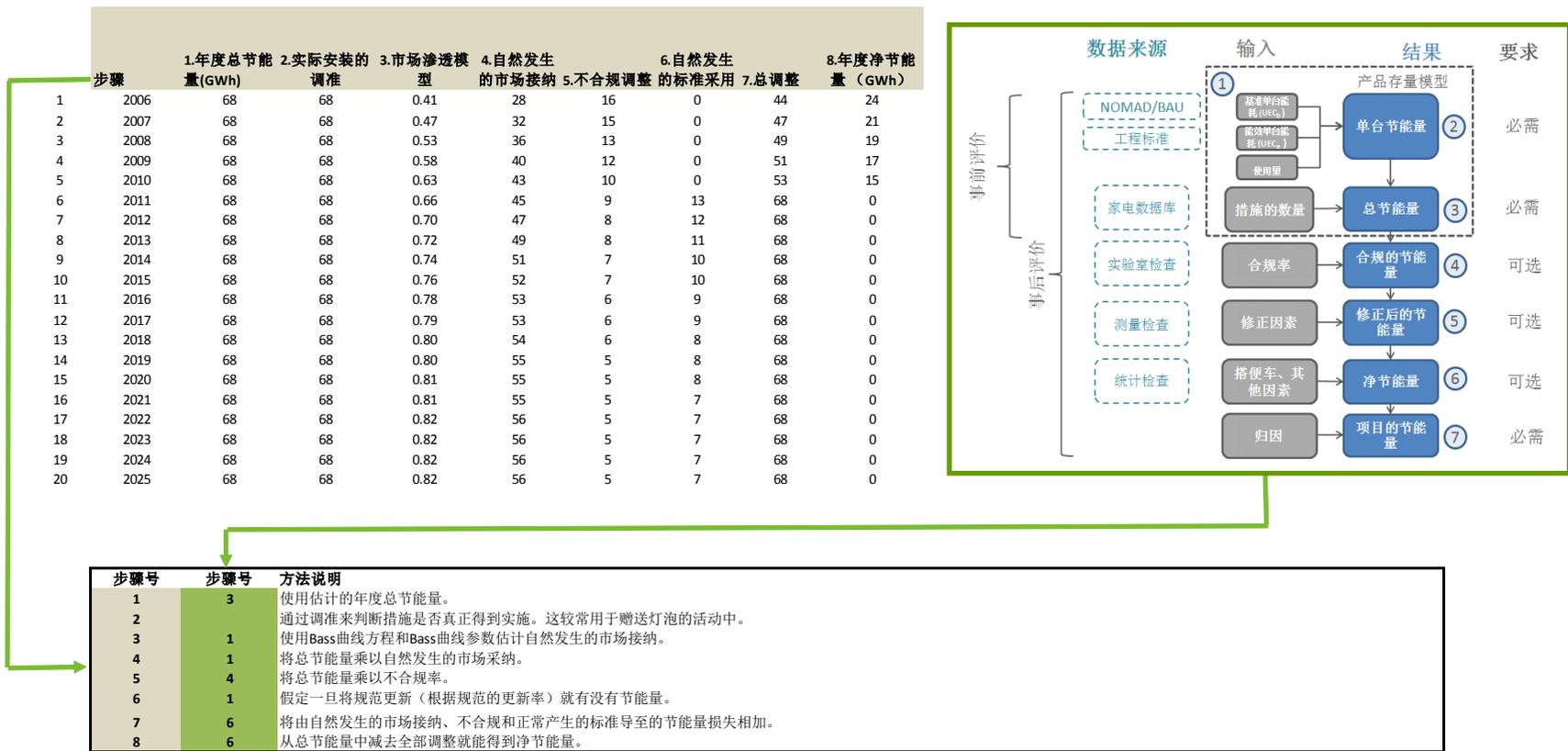


图 5. 在标准的事后评价中从总节能量估算净节能量的电子表格、框架(也见图 14)、计算步骤

资料来源: 改编自 Quantec 2007

3.3. 家电标识项目影响的评价

标识影响的评价方法与标准的评价方法是非常相似的。主要的区别是在于需要更确切地将销售量划分，而不是只将销售量划分成合规的家电与不合规的家电。例如在分类标识中经常使用三个或五个标识种类，因此需要将销售量划分为相应数量的种类并另外加上一个种类来包括连最基本的标准也达不到的家电。自愿性的认证标识如能源之星等需要三个种类：没有达到最低标准的家电，达到最低标准的家电，达到更高标识标准级别的家电。标识评价与标准评价一样也存在着其他评价方法如合规率调整或基准设定等。因此下面一节将着重在根据标识项目和项目所产生的效率等级而建立的效率情景。

3.3.1. 对现有评价方法的评述

两个工具和伴随的案例分析了在评价分类信息标识的净节能影响中如何制定和实施效率情景。此外，对该模型的一个美国案例分析是用于评价能源之星认证标识项目的节能和减排影响。

3.3.1.1. 欧盟生态设计标准和能源标识项目的国家影响的欧盟估算工具

丹麦和瑞典能源机构的研究人员在 2012 年开发和推出了一种估算工具来量化欧盟生态设计标准³和欧盟能源信息标识项目对国家(而不是对整个欧盟地区)的影响。(Larsen et al. 2012) 该工具使用一种常规的自下而上和基于 Excel 的产品存量周转模型来考虑北欧国家在不同条件下(如气候、使用情况等)的能耗和节能潜力。该工具是作为较复杂的工具(如 BUENAS)的简化替代，并已被用来估计在丹麦和瑞典的电视机和照明的生态设计标准和欧盟能源标识的影响。

这种对电视机的简化欧盟标识影响估算工具需要输入以下主要参数：

1) 按能效等级和按产品分组分类的设备销售量：电视机的销售数据是从欧洲市场调研公司对历年来和近期按欧盟能源标识等级(A+++到G)分配的销售量问卷调查收集的。销售数据又进一步按不同的技术(如液晶显示(LCD)、发光二极管(LED)、等离子)和电

³ 欧盟的生态设计项目基于寿命期性能标准设定了强制性的要求并注重用能产品在非使用期的能耗和环境因素。该项目比最低能源性能标准有更广阔的范围。

视机屏幕的尺寸分为五个常见的产品小组。图 31 显示了其中一个产品小组 (LCD-40⁴) 按效率等级的销售量分布矩阵随着时间的变化。

	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
G	65	60	55	50	45	40	35	30	25	20	17	27	22	28	19	12
F	35	35	35	35	35	35	32	29	25	22	24	43	40	33	23	21
E	0	5	10	15	20	25	30	35	40	42	40	17	24	20	27	18
D	0	0	0	0	0	0	3	6	10	15	17	11	14	19	24	27
C	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	2	0	1	7	21
B	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
A	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A+	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A++	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A+++	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

图 31. LC-40 产品分组按效率等级的欧盟估算工具销售量分布 (百分比)

资料来源: Larsen et al. 2012

2) 寿命期: 设备的生存时期, 定义为在替换或报废时的年龄, 会影响产品存量统计模型和退役函数。对于电视机来说, 使用正常的退役分布并假定寿命期是 7 年和标准的偏差是 2 年。

3) 产品小组的基准能耗: 应用生态设计指令中计算能耗的公式以每个产品小组的假定平均尺寸和假定每天的使用时间来确定基准 UEC。假定的平均尺寸是来自市场调研公司的问卷调查数据和预测工具, 而假定的使用时间是来自全国性的数据。

图 32 显示了计算某个产品小组 (LCD-40) 的基准 UEC 所需的主要技术输入。

寿命	7	2	年数	开机	1750	小时/年
				待机	2071	小时/年
公式	$E = \text{Ton} * (20 + 1,12 * 4,3224 * \text{Size}) + \text{Pstdb} * \text{Tstdb}$					
EEI参照	LCD-40	29	标准功率			瓦
	尺寸	23	待机		1	瓦
	标准耗电	233.5	千瓦小时/年			
		132.2378				
生态设计标准-默认值						
	千瓦小时 EEI					
2011	233.5	1	2012的新标准:			
2012	170.4	0.729665	170.4			
2014	170.4	0.729665				
2028	170.4					
2050						

图 32. 计算基准能耗的欧盟估算工具技术输入

资料来源: Larsen et al. 2012

⁴ LCD-40 指的是 40 英寸液晶显示电视机。

4) 预计的销售量：结合假定的线性趋势与专家的经验并假定每年在销售量分配上的自然发展能效有 2% 的增长，使用简单的销售量预测来获得未来的电视机销售量。对销售量的预测是以专家的经验为基础，再结合由国内生产总值 (GDP) 增长驱动的预设线性趋势和其他第三方销售预测。

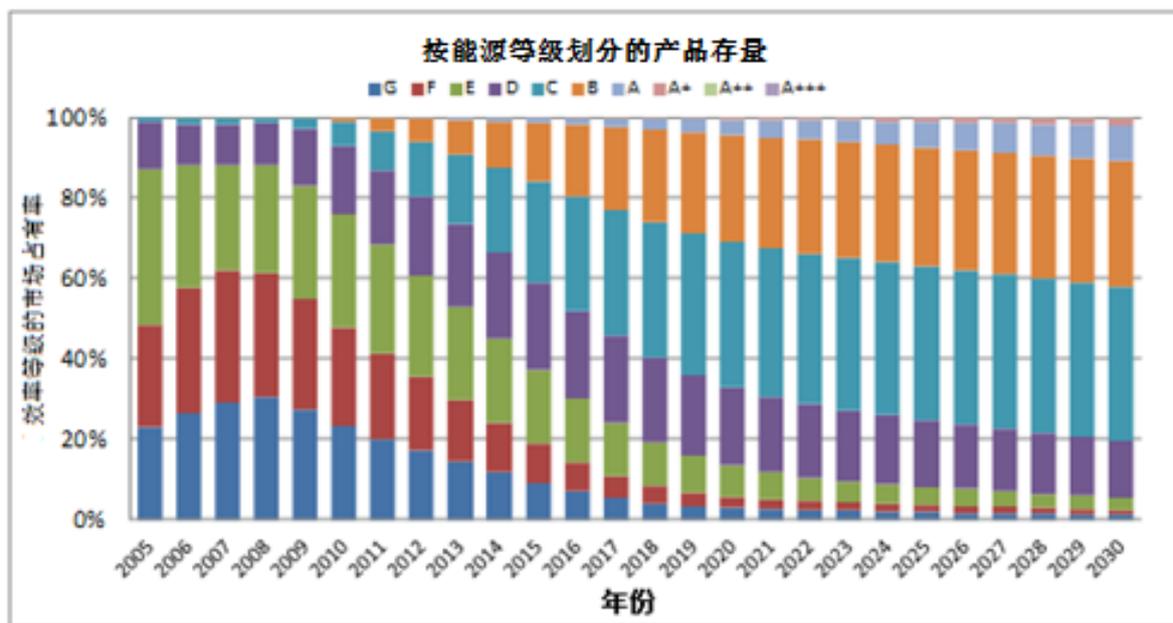


图 33. 按能源等级预测销售量的欧盟估算工具

资料来源: *Larsen et al. 2012*

鉴于上述的数据输入和产品存量模型参数，该模型进行了两个关键的运算。第一，每个能源等级和产品小组的电视机存量总数是以考虑了寿命期和退役函数后的历年电视机销售量的总和来计算。第二，在特定年份中的特定能源等级和产品小组的全部产品的基准能耗是以 UEC 乘以该年的产品总量来计算的。

将这两个关键的运算应用于两种情景中来区分在最低能源性能标准下的总能耗与在欧盟能源标识项目下的总能耗。

最低能源性能标准情景：将电视机的销售量限制在现行法规所允许的能效等级，并自动将被法规消除的低效等级转到上一个更高效的等级（例如从 G 级转到 F 级）。这种情景还考虑了最低能源性能标准以外的自然能效增长，纳入了假定每年在销售量分配上有 2% 的自然能效增长。

标识情景：基于九十年代在丹麦收集的大型家电数据，假定由于标识项目的影响每年有 25%的销售量转到更高效的等级。由于标识情景是与最低能源性能标准并行建立的，因比已经在最低能源性能标准情况中模拟的销售量转移将不会受标识的影响。

最低能源性能标准对能源的影响以及最低能源性能标准和标识的联合影响的结果可以在两种情景中每一种的所有五个小组的能耗结果合计来计算。

3.3.1.2. 以劳伦斯伯克利国家实验室的 LEAP 模型来估计中国能源标识对电冰箱的影响

劳伦斯伯克利国家实验室在 2008 年使用来自斯德哥尔摩环境研究所的长期能源替代规划 (LEAP) 终端使用能源统计模型平台开发了自下而上的产品存量周转模型来估计中国能源标识对电冰箱在节能减排方面的影响。这项研究中使用的首要方法是类似于欧盟的估算工具，主要的区别是产品存量周转模型的应用是使用 LEAP 软件而不是 Excel 电子表格。

开发电冰箱的 LEAP 模型使用了以下电冰箱的参数和数据输入：

1. **按标识的能效等级和产品小组来划分历年来和最近的销售量：**按型号的最近销售数据是由劳伦斯伯克利国家实验室在中国国家标准化研究院的合作者提供的。虽然中国电冰箱的能源标识有 5 个效率等级 (第 1 级到第 5 级)，但在模型中将一些效率等级消除并简化为三个效率等级：普通 (第 5 级)、高效 (第 3、4 级)、非常高效 (第 1、2 级)。
2. **寿命期：**假定所有产品的替换和报废年龄是 12 年，而不是使用假定的平均寿命期。由于有限的实际退役趋势数据，退役函数是作为简单的步骤函数来应用，即所有设备将在第 12 年底退役，而不是像正常的分布退役函数中有一些产品在第 12 年之前退役而另外一些则在之后。
3. **按容量分类的产品小组：**LEAP 应用了三种常见的电冰箱容量来反映在电冰箱市场上的消费者偏好。三种容量的电冰箱在历年来和预计的份额都会纳入模型。
4. **预计的销售量：**以假定的线性增长趋势来预计未来电冰箱的总销售量并以历年来的销售量进行校准。
5. **边际能源强度：**电冰箱的平均边际能源强度或 UEC 的计算是基于能效分布和容量种类。表 17 显示了按容量和效率等级的电冰箱假定 UEC 值范围。

表 17. 劳伦斯伯克利国家实验室的 LEAP 模型假定的电冰箱 UEC 值

kWh/年	2008			2012		
	170 升	220 升	270 升	170 升	220 升	270 升
普通	351	391	436	307	342	382
高效	281	313	349	246	274	306
非常高效	228	254	283	200	222	248

资料来源: Fridley et al. 2008

就以上的参数和输入，LEAP 模型将进行两个关键的计算来确定一个特定的能效等级和产品分组的总产品存量和总耗电量。使用历年的销售量总和以及假定的寿命期由 LEAP 算得总的产品存量。对于特定电冰箱存量的总耗电量是使用以下的公式计算的：

$$\text{耗电量 (TWh)} = \text{边际能源强度} \left(\frac{\text{kWh}}{\text{年}} \right) \times \text{电冰箱存量 (台)}$$

为了计算中国电冰箱能源标识的总耗电量和潜在节能量，LEAP 应用了以下三种情景。

1. **基准情景**：基准情景假定电冰箱的市场分配不变和效率保持在基准年的水平不变，而且未来没有能效改进。此基准是作为度量最低能源性能标准和能源标识影响的反事实情景。
2. **最低能源性能标准 (MEPS) 情景**：此情景是基于基准情景，但有所不同的是假设由于收紧的 MEPS 开始生效，标识的效率等级在 2012 年会有 10% 的转移。这将导致增加普通能效等级的电冰箱而减少超高效等级的电冰箱，归因于收紧的 MEPS 要求和没有进一步的市场转移。然后可以假定按能效等级的市场分配从 2012 年至 2020 年继续保持不变。
3. **标识情景**：此情景是基于 MEPS 情景，但有所不同的是假设由于电冰箱能源标识的影响而产生更多的市场分配转移效应。在 2012 年由于标识的影响而产生的小规模市场转移效应是模拟在由 MEPS 造成的 10% 市场转移效应之外的。由于标识影响所造成的市场转移效应可以假定为类似于欧盟标识在 1992 年到 1996 年的最初几年期间的剧烈市场转移经历。从 2012 年到 2020 年继续会有由标识影响而造成向更高效的等级转移的市场分配。这也是基于直到 2003 年的欧盟标识经验，假定在中国的大部分市场占有率到 2020 年已达到超高效和高效等级。

可以通过将市场占有率与效率等级随着时间的变化相比较看到 MEPS 和标识情景之间的主要差别，如表 18 所示。

表 18. LBNL 的电冰箱研究中按能效等级的市场占有率

MEPS 情景	2008	2012	2020
超高效	27 %	19 %	19 %
高效	61 %	61 %	61 %
普通	13 %	20 %	20 %
标识情景	2008	2012	2020
超高效	27 %	33 %	79 %
高效	61 %	60 %	20 %
普通	13 %	7 %	2 %

资料来源: :Fridley et al. 2008; 注: 由于独立的舍入, 占有率不一定能合计到 100%

在 LEAP 中计算 MEPS 和标识节电量的公式如下:

MEPS 节电量 = 基准总耗电量 — MEPS 情景下的总耗电量

标识节电量 = MEPS 情景下的总耗电量 — 标识情景下的总耗电量

图 34 和图 35 绘出了电冰箱 LEAP 模型中来自标识的总耗电量和节电量的结果。

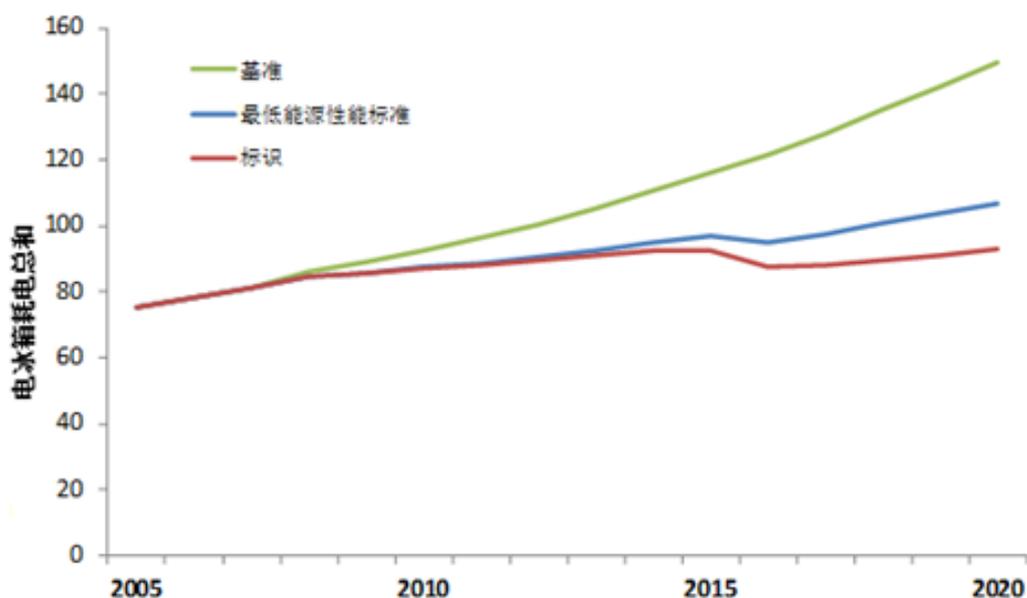


图 34. LBNL 的电冰箱研究中在不同情景下的总耗电量

资料来源: 根据来自 Fridley et al. 2012 的数据重制

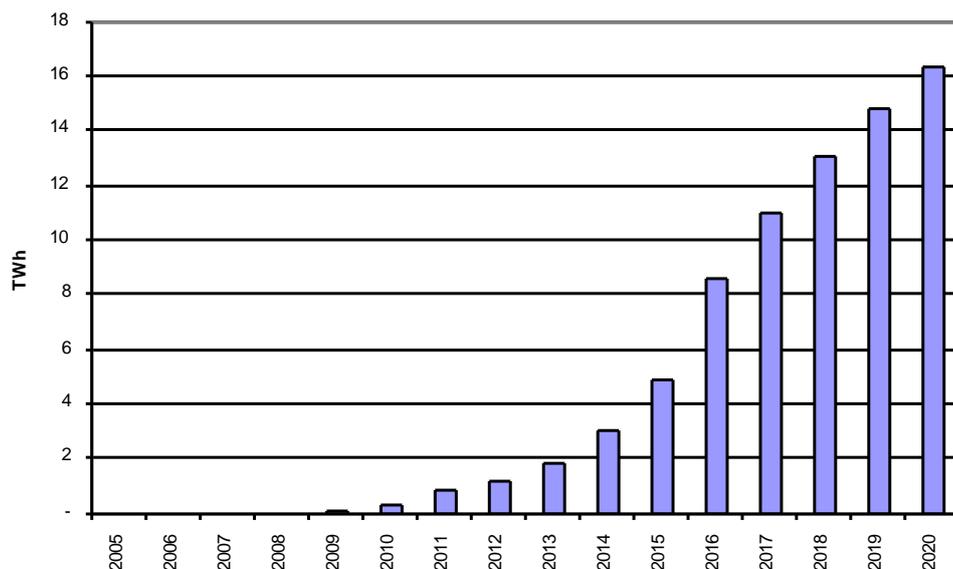


图 35. LBNL 的电冰箱研究中标识的节电量

资料来源: Fridley et al. 2008

3.3.1.3 能源之星项目的节能量评价

作为美国能源之星自愿能效认可标识项目的一部分，对标识项目涵盖的所有产品都要进行项目效益的定期评价。劳伦斯伯克利国家实验室在 2010 年代表美国环保局和美国能源部对包括 2009 年能源之星项目的节能减排成果在内的目前和预期的效益进行了评价。

与以前的两个评价能源信息标识影响的模型相似，对能源之星项目效益的评价也是采用自下而上的方法。但不同于以前的两个只对特定产品的标识影响进行评价的工具，能源之星的评价采用了针对产品的输入和影响来分别描述每个能源之星产品，然后合计所有产品的单独影响来获得总的项目影响。能源之星的方法也是基于产品销售量、UEC、年度节能量的具体假设和输入。

首先，要收集包括在能源之星项目中的产品在美国的销售总额以及与能源之星产品有关的销售市场划分数据。为了从市场的能效改善中将标识项目的效果区分出来，要采集和估计五种不同类型产品的销售数据，并使用如图 36 所示的市场划分分析方法。

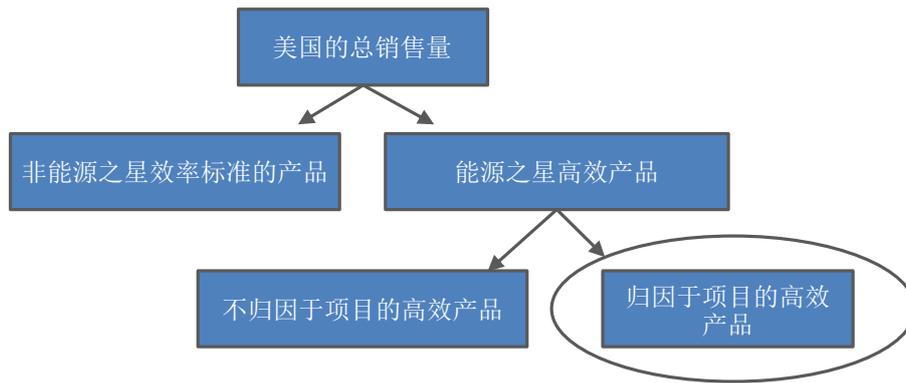


图 36. 能源之星产品的市场划分

资料来源: Homan et al. 2010

所有产品在美国的销售总额数据是来自行业报告，而能源之星高效产品的能源之星销售数据是从能源之星制造商和合作伙伴获得的，因为作为项目的一部分他们有责任汇报销售数据。然后再以在美国的销售总额与能源之星产品的销售量之间的差额算出非能源之星标准的能效产品销售量。下一步是将能源之星产品销售量进一步分为两个小组以考量市场的效应是否可以归因于能源之星项目。售出的能源之星产品的第一个小组是不归因于该项目的高效产品，或被称为一如往常 (BAU) 的高效产品，因为即使标识不存在，也会生产这些产品供小部分的消费者购买。这个产品小组是通过在能源之星标准生效前已达标的市场占有率分析模型来确定的，采用了在标准制定过程中作为来自合作伙伴制造商的能耗检测结果的一部分的数据报告。售出的能源之星产品的另一个小组 (即归因于该项目的高效产品) 是评价标识项目影响的基础。

量化能源之星项目影响的评价方法的另一个重要组成部分是确定普通效率产品和能源之星高效产品的 UEC。用于评估项目所涵盖产品的总能耗的预测有两种：一种是代表普通效率产品和不归因于能源之星项目的高效产品的 BAU 预测；另一种是代表归因于能源之星项目的高效产品的能源之星预测。对于 BAU 预测，使用普通效率和高效产品的单独 UEC 和市场占有率来估计平均 UEC。对于能源之星预测，使用本年度的能源之星产品标准来估计 UEC。然后由 BAU 的 UEC 与能源之星的 UEC 之间的差额算出归因于能源之星产品的单台节能量。

结合基于跟踪不同年份产品的存量统计和基于平均产品寿命期的退役函数，采用产品的单台节能量按照以下方程来计算能源之星项目的年度节能量和有关的财政和环境效益。(Homan et al. 2010)

$$AES_t = \sum_{n=t-L}^t X_n UES_n$$

$$\text{能源费}_t (\text{无折扣}) = AES_t P_t$$

$$\text{碳节约} = AES_t C_t$$

- X_n = 在 n 年由于项目而售出的能源之星产品数量
- UES_n = 在 n 年售出的能源之星产品的单台节能量 (kWh 或 MBtu)
- L = 产品的寿命期
- AES_t = 在 t 年的合计年度节能量 (kWh 或 MBtu)
- P_t = 在 t 年的能源价格 (美元/kWh 或美元/MBtu)
- C_t = 在 t 年的碳排放系数 (kgC/kWh 或 kgC/MBtu)

表 19 显示了用于估计在 2009 年达到的节能量的能源之星评价方法的结果。使用预计的参数如能源价格和电力的边际碳排放因数等来估计未来数年的节能潜力可产生类似的结果。

表 19. 能源之星项目在 2009 年达到的年度节能量

项目	设备类型	主要节能	能源费用的节约, 有折扣	避免的碳排放量	节电负载 因数	高峰负载的 节约
		万亿 Btu	百万元 2008	MtC		GW
办公设备	计算机	40	390	0.7	0.0089	29
	伺服器	0.2	1.9	0.0035	1	2.8
	显示 (显示屏)	310	2900	5.4	1.4	2.8
	传真	2.3	23	0.04	1	0.018
	复印机	23	210	0.4	4.6	0.071
	多功能设备	38	350	0.66	1.1	0.36
	扫描仪	1.2	12	0.021	0.76	0.011
	打印机	77	730	1.4	4	0.25
	专业显示器	0	0	0	0.42	0
	小计	490	4600	8.5	1.5	3.7
消费类电子产品	数码相框	0	0	0	1	0
	电视机	130	1300	2.3	1	1.4
	录像机	4.2	43	0.074	1	0.044
	电视/录像机/DVD 光盘机	8	82	0.14	1	0.084
	DVD 光盘播放机	8.7	89	0.15	1	0.091
	音频设备	9	92	0.16	1	0.094
	电话设备	22	220	0.38	1	0.23
	数码电视适配器	5.8	60	0.1	0.69	0.089
	电视机顶盒	12	120	0.21	1	0.13
	外部电源	68	660	1.2	1	0.72
	电池充电系统	1.6	16	0.028	1	0.017
小计	270	2700	4.7	0.99	2.8	
供暖和降温	炉 (燃气或燃油)	49	550	0.75	-	-
	中央空调	32	320	0.55	0.15	2.2
	空气源热泵	30	310	0.52	0.15	0.78
	地热热泵	13	130	0.22	0.15	0.1
	锅炉 (燃气或燃油)	4.4	64	0.074	-	-
	可编程温控器	0	0	0	0.15	0
	单元暖通空调	54	490	0.94	0.15	3.7
	小计	180	1900	3.1	0.18	6.8

住宅及商业照明	照明装置	98	1000	1.7	1	1
	紧凑型荧光灯	370	3800	6.5	1	3.8
	出口标记	4.1	38	0.072	1	0.043
	装饰灯束	0.66	6.8	0.012	1	0.0068
	交通信号	9.9	91	0.17	1	0.1
	小计	490	5000	8.5	1	5
家用电器	房间空气调器	20	210	0.36	0.15	1.4
	除湿机	9.3	96	0.16	0.38	0.26
	空气滤清器	4.6	47	0.081	1	0.048
	排气风扇	1.9	20	0.034	1	0.02
	吊扇	1.5	16	0.026	1	0.016
	洗碗机	39	410	0.65	0.77	0.38
	电冰箱	27	280	0.47	0.95	0.3
	洗衣机	44	460	0.73	0.65	0.52
小计	150	1500	2.5	0.44	3	
商业电器	水冷却器	14	130	0.24	0.7	0.22
	商用冷冻设备	8.9	82	0.16	0.95	0.099
	食物保温箱	4.3	39	0.075	0.95	0.047
	炸锅	0.17	1.6	0.003	0.95	0.0019
	蒸煮器	0.089	0.81	0.0013	0.95	0.0002
	制冰机	1.2	11	0.021	0.95	0.014
	洗碗机	3.9	36	0.063	0.95	0.024
	自动售货机	3.5	32	0.062	0.95	0.039
	平板炉	0	0	0	0.95	0
	烤箱	0	0	0	0.95	0
小计	36	330	0.63	0.76	0.44	
其他	供电变压器	0.063	0.58	0.0011	1	0.00066
	家用和工业变压器	1.1	9.9	0.019	0.77	0.015
	住宅屋顶	2.3	23	0.044	0.15	0.31
	商业屋顶	42	380	0.76	0.15	4.2
	小计	45	420	0.82	0.15	4.6
共计		1700	16000	29	0.65	26

资料来源: Homan et al. 2010.

作为能源之星项目评价方法的一部分, 要进行敏感度分析来适应数据输入和预计的输入参数如能源价格和电力的碳排放因数等的不确定性。通过进行三套敏感度分析来评价较低的电力边际碳排放因数和较低的能源之星销售量; 较高的电力边际碳排放因数和较高的能源之星销售量; 较低的电力边际碳排放因数和较高的能源之星销售量的影响。图 37 显示了敏感性分析的结果, 它指出了对减少碳排放的最佳估计的上、下界, 并表明即使在“最坏”的情况下, 能源之星标识产品也能实现减少大量的碳排放。

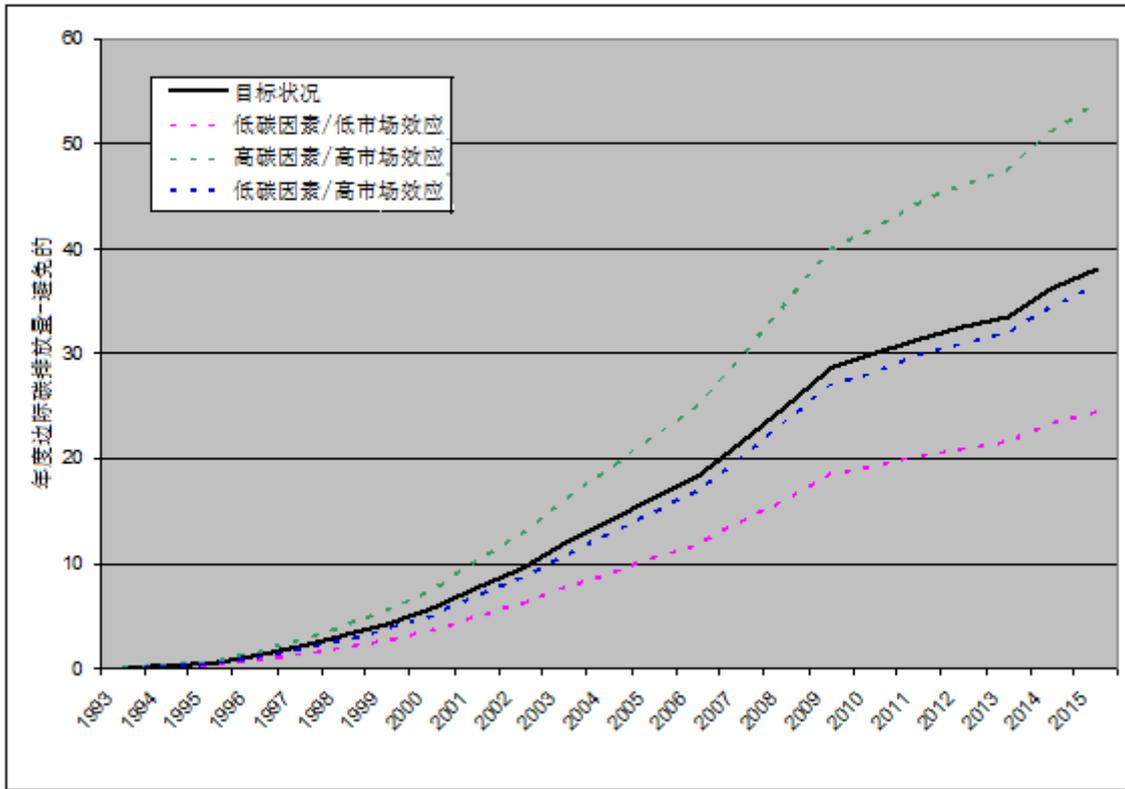


图 37. 能源之星评价的碳减排敏感度分析

资料来源: Homan et al. 2009

3.3.2. 数据的要求和来源

标识的**事前**和**事后**评价的数据要求与第 3.2.2 节的标准评价中所确定的几乎相同。主要的区别是标识的**事后**评价需要实际的出货或销售数据，在表 20 中以红字显示。对于标准来说，如果假设所有出售的家电都只达到基本的 MEPS 要求并且不会有更高的效率，**事后**评价可以使用预计的销售量。可以对**事后**评价进行修正以考虑合规率。但是对于标识来说，需要与分类标识有关的各级效率的家电销售量比例。无论它是完整的销售量数据集或一些只从出售的家电中取样的较小型调查，需要采集这些数据来完成**事后**影响评价。也许可以说准确的标准**事后**评价也需要按效率水平分类的销售量数据来统计售出的产品数量和产品的节能量，因为实际的效率可能不会与项目要求的水平完全一致并甚至可能会超出它们。在寻求精确程度与相关的数据要求之间要作一个权衡。在这种情况下，按效率水平分类的实际销售数据可以比简单的销售预测带来更高的准确程度。

表 20. 对标识的事前/事后分析所必需和可选数据的要求和来源

数据类型	在事前或事后中使用	必需或可选	数据来源
年度单台能耗 (UEC)	事前、事后	必需	制造商检测数据
现有产品存量	事前、事后	必需	市场数据, 政府的统计数字
市场饱和度 (所有权、市场占有率)	事前、事后	必需	市场调查
寿命期或退役函数	事前、事后	必需	制造商检测数据
未来出货的预测	事前	必需	历年来的市场数据, 政府的预测
使用调整系数 (UAF)	事前、事后	可选	计量的检测数据
自然发生的市场接纳(NOMAD)	事前、事后	可选	历年来的市场数据
合规率	事后	可选	计量或实验室测试数据
实际出货/销售	事后	必需	市场数据
使用点到来源的换算系数	事前、事后	可选	发电厂能源数据
排放因素	事前、事后	可选	发电厂排放数据

3.3.3. 计算举例

以下的屏幕截图显示了在第 3.3.1 节所述的 LEAP 软件的主要计算。使用输入的销售数据, 由 LEAP 使用历年销售额的总和以及假定的寿命期获得特定年份的总产品存量, 得出了图 38 所示的结果。使用对普通、高效、很高效产品的市场占有率变化 (图 39) 的预测以及他们各自对应的 UEC (图 40), 可以计算出总耗电量。

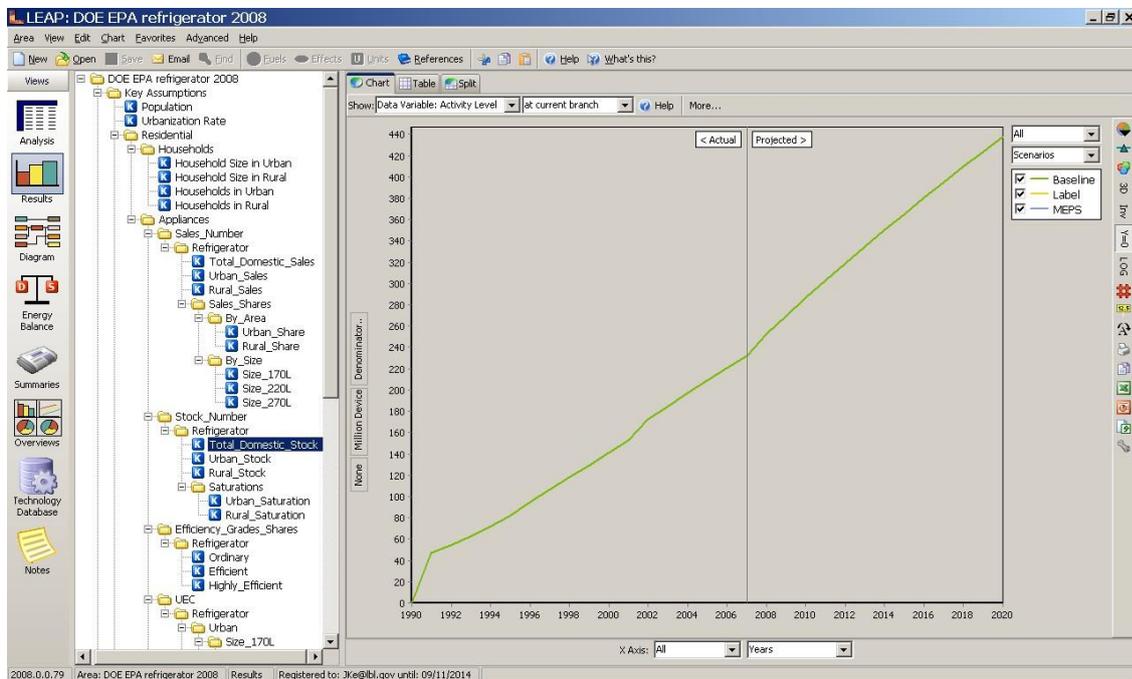


图 38. 增长中的中国电冰箱存量, 由 LEAP 软件模拟

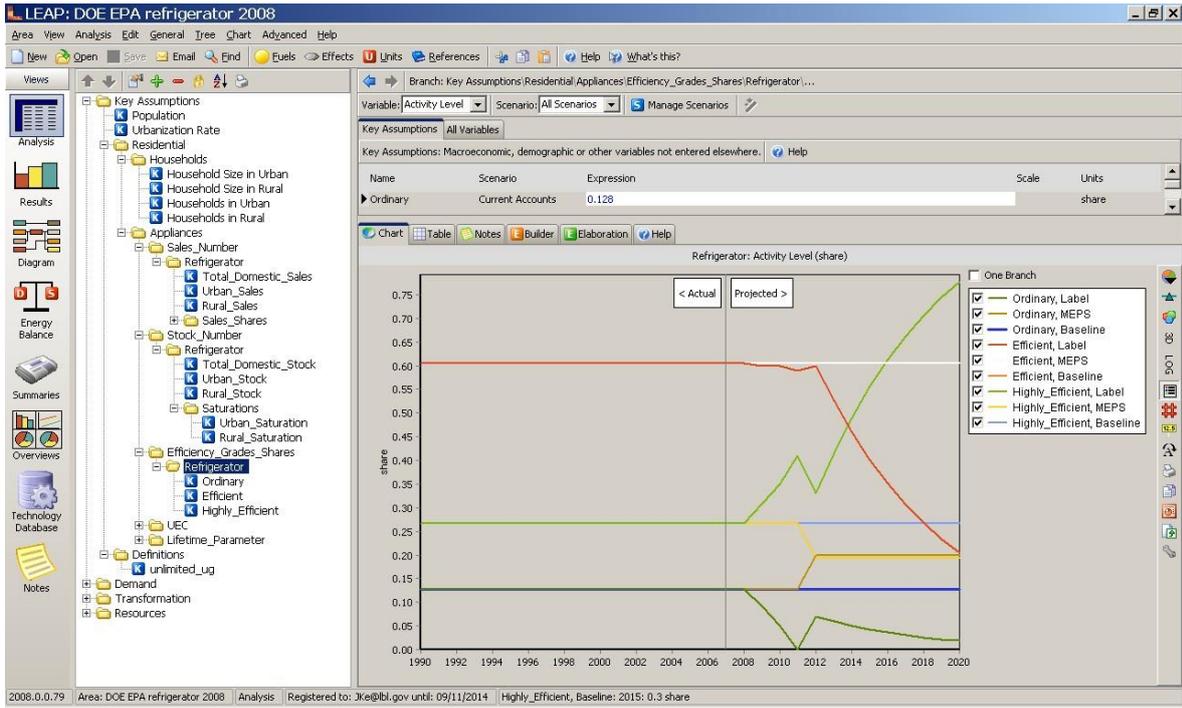


图 39. 在基准、MEPS、标识情景下的普通、高效、很高效家电的市场占有率变化

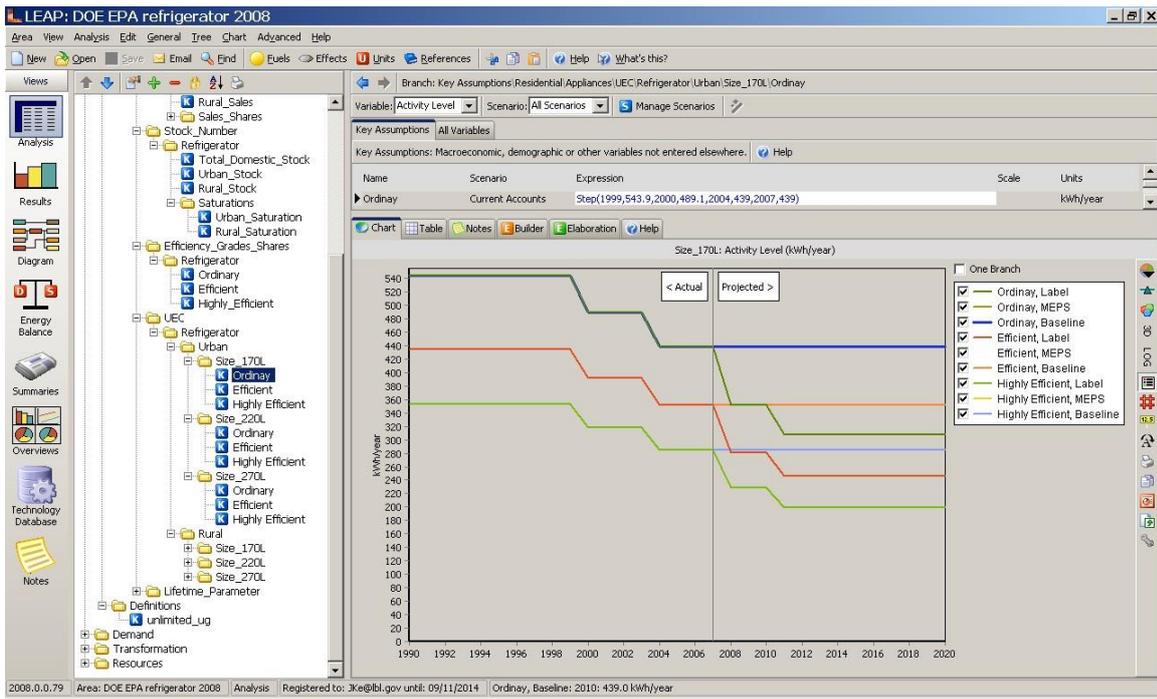


图 40. 普通、高效、很高效家电的 UEC 变化

使用在第 3.3.1 节表 18 中为基准、MEPS、标识设立的三种情景，设定不断演进的市场占有率，最后计算最终的耗电量并得出如图 41 所示的结果。

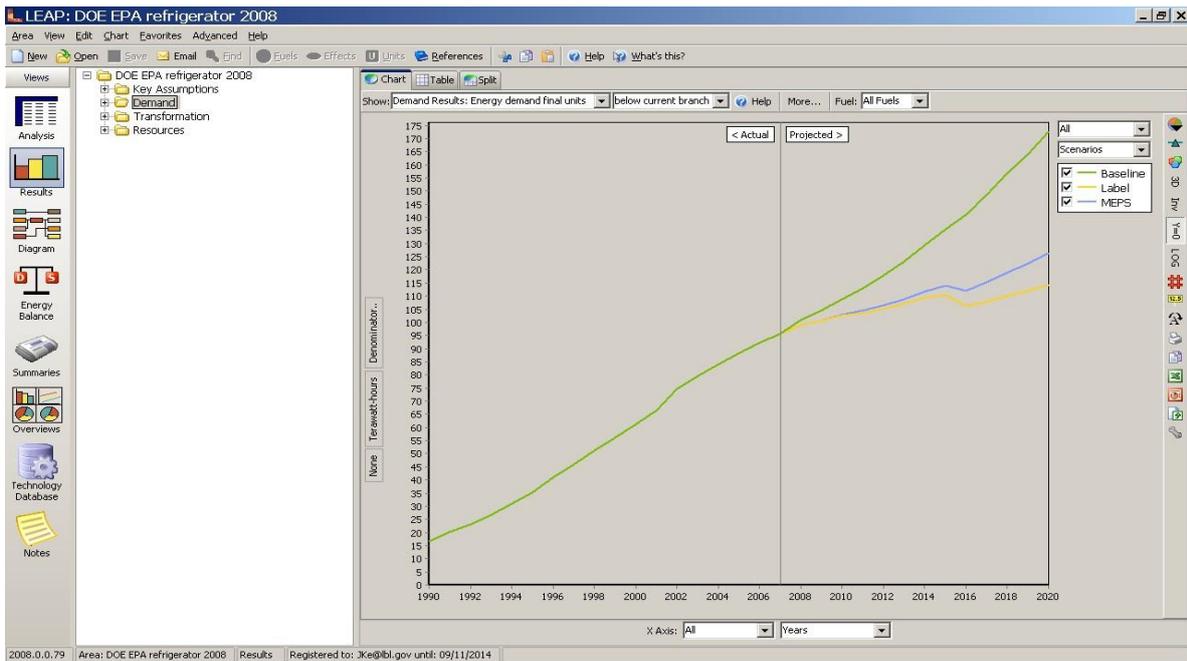


图 41. 基于表 18 所述的市场占有率、MEPS、标识情景而得出的耗电量（对图 34 结果的反映）

3.4. 家电激励项目影响的评价

家电激励项目的评价并没有应用很多事前和事后方法，它是关于应用将总节能量与净节能量相比较的方法，特别是估计搭便车的数量或在没有激励的情况下也会采用能效措施的激励项目参与者数量。本节介绍了激励措施的评价方法，以及作为这些评价基础的数据的不同测量方法之间的细微差别。

3.4.1. 对现有评价方法的评述

3.4.1.1. 事前节能量的估计

事前节能量的估计（也称为认定或规定的节能量）是预测用于规划项目和组合的节能量。（NEEP 2009）通常基于来自制造商关于设备的技术资料并结合假定的设备运行特性使用工程方法来制定节能量的事前估计。制定工程估计的两种基本方法是工程算法与工程模拟方法。工程分析经常以现场数据（例如运行的时间和入住率）进行“校准”以提供更可靠的估算。

工程算法通常是一个简单的方程，它显示了由于实行了能效措施而预期的能源（或峰值）变化。工程估算的准确性取决于输入数据的准确程度，输入工程算

法的数据质量可以有很大的差别。在本报告先前部分中的大部分节约数值（例如 UEC）是基于工程估算的。

工程建筑模拟是模拟在住宅和商业建筑中用能系统性能的计算机程序。这些模型使用了建筑物的住用模式、建筑物的外壳、建筑物的朝向、用能设备的资料。更复杂的模拟模型需要大量的输入数据并需要采集详尽的现场数据以及建筑蓝图。

事前估计经常被用于对能效项目的事后评价中（根据事后评价（见下文）将它们“校准”（或调整）以后）。美国的一些州和地区为常规的电力和天然气能效措施建立了标准化和地区性的事前算法和相关节能量估计的数据库。例如在美国至少有 17 种事前措施节能值的资料来源，涵盖 21 个州和哥伦比亚特区。（Jayaweera et al. 2011） 这些数据库通常有相关的技术参考手册 (TRM) 以提供更多计算节能量的估计值所采用的算法和假设的信息。表 21 显示了技术参考手册中一个算法的举例。

表 21. 技术参考手册中的紧凑型荧光灯举例

措施的名称	螺旋式紧凑型荧光灯、零售 — 家用
措施的说明	向零售商购买的和安装在住宅的紧凑型荧光灯泡 (CFL)。紧凑型荧光灯与白炽灯泡相比的递增成本是通过折扣券或通过上游降价来抵消。该假设是基于在减价销售时的购买，而不是作为改造的安装或直接的安装。
基准条件的定义	基准是普通白炽灯泡的购买和安装。
能效条件的定义	能率的条件是紧凑型荧光灯泡的购买和安装。
年度节能量的算法	$\Delta \text{kWh} = ((\Delta \text{瓦}) / 1000) * \text{ISR} * \text{小时} * \text{WHFe}$ <p>其中： $\Delta \text{瓦} = \text{紧凑型荧光灯功率瓦数（如果已知）} * 2.95$ 如果是未知的紧凑型荧光灯功率，使用 45.7 $\text{ISR} = \text{使用率或已安装的折扣退款产品的百分比。}$ $= 0.84$ $\text{时间} = \text{每年平均的使用小时}$ $= 1011 \text{ (2.77 小时/天)}$ $\text{WHFe} = \text{余热系数，以考虑高效照明带来在降温上的节能。}$ $= 1.06$ 例如： $\Delta \text{kWh} = ((457) / 1000 \text{ 年}) * 0.84 * 1011 * 1.06$ $= 41 \text{ kWh}$</p>
基准调整	<p>由 2007 年的《能源独立与安全法案》所产生的联邦立法要求到 2012 年所有从 40 到 100 瓦的普通灯泡要比目前白炽灯泡的能效提高约 30%，实质上开始逐步淘汰普通白炽灯泡。从 2012 年开始已不再生产 100 瓦的白炽灯，接着是 2013 年对 75 瓦和 2014 年对 60 瓦的限制。因此这项措施的基准将变成符合新标准的灯泡 (改善的白炽灯或卤素灯)。</p> <p>为了考虑这些新的标准，必须减少这项措施在 2012 年之后的年度节能量。在 2010 年实行的措施，其总节能量（根据上述算法来计算）应归入前两年，而调整后的节能量应归入措施生命期的其余部分。对于在 2011 年实行的措施，应在一年的全部节能量以后作出调整。</p>

	以下提供了对 2010 年和 2011 年的适当调整 实行节约的年份 调整 调整前的全部节能量年数 2010 0.58 2 2011 0.50 1
夏季高峰期同时节电的算法 (千瓦)	$\Delta kW = ((\Delta \text{瓦}) / 1000 \text{ 年}) * \text{ISR} * \text{WHFd} * \text{CF}$ 其中: $\text{WHFd} = \text{需求的余热系数, 以考虑高效照明带来在降温上的节能。}$ $= 1.14$ $\text{CF} = \text{措施的夏季高峰同时因数}$ $0.11 =$ 例如: $\Delta kW = ((457) / 1000 \text{ 年}) * 0.84 * 1.14 * 0.11$ $= 0.0048 \text{ kW}$ 注: 由于以上所述的基准变化而造成的节能量调整应该应用于以后数年中假定的峰值节电。
递增成本	假定这项措施的递增成本是 3 美元。
措施的生命期	假定这项措施的生命是 8 年。

资料来源: NEEP 2010

有八个州 (加利福尼亚州、康涅狄格州、马萨诸塞州、缅因州、明尼苏达州、纽约州、得克萨斯州、威斯康星州) 和西北太平洋地区已制定了技术参考手册, 并且有几个州已规划或考虑制定技术参考手册 (例如宾夕法尼亚州和伊利诺伊州) (Messenger et al. 2010) 认定值的数据库和技术参考手册有着不同的地区覆盖范围, 但在很大程度上是地区性的并由各州的规管委员会、咨询委员会、非营利组织、公用事业机构管理。在是否强制或鼓励项目管理者使用认定节能量和是否在 *事前* 或 *事后* 由独立机构验证认定值方面有不同的做法。

在他们评估可能用于全国认定节能量数据库的认定节能量时, Jayaweera et al. (2011) 调查了几个可能的措施, 在以下的举例中突出了其中三个。

紧凑型荧光灯

住宅的单独照明装置是相对简单的措施, 它通常包括在认定值的数据库中并带有支持性的功率表。然而照明会受制于很多的调整因素, 取决于安装的位置 (一般的房屋与客厅)、应用 (室内与室外)、暖通空调系统、实施机制 (零售、直接安装、灯座数量等)。存储和清除因素也各不相同并必须通过地区性的研究来获取。假设的使用时间会引起更多的变化 (见下文)。在他们对数据库和技术参考手册的分析中, 紧凑型荧光灯的节电量是介乎 27 至 49 kWh 之间。

电冰箱

根据该家电的特点（例如开门制冰、冷冻箱的位置、冷冻箱和电冰箱的容量、能效水平等），每个电冰箱的节能量是认定的。用于确定节能量的主要方法有两种：(1)基准和高效家电的最高耗电限额；(2)平均的地区性家电数据。一些数据来源包括了暖通空调调整系数以考虑在有空调的房间内的电冰箱与暖通空调系统的相互影响。在他们对数据库和技术参考手册的分析中，年度节电量是在 45 至 106kWh 之间的范围内。

洗衣机

认定节能量是以家用热水 (DWH) 和干衣机燃料以及效率水平分别列出的。洗衣机 (的节能) 不是一个独立的措施。来自家用热水和干衣机 (由于衣物中含有较少的水分) 的节能量通常不是很明显的。一个认定节能量的数据库计算了整个燃料混合的加权节能量。在他们对数据库和技术参考手册的分析中，年度节能量是在 127 至 258kWh 之间的范围内。在有多个住户的住宅中的洗衣机可能需要单独计算以考虑在住户单位内的洗衣机和在洗衣中心 (公用场所) 的洗衣机。

3.4.1.2. 事后节能量的评价

总节能量的计量

总节能量是直接来自能效项目的参与者所采取的与项目有关的行动而产生在能耗和/或需求上的变化，不论他们为何而参加。(NEEP 2009) 一般是将观察到的项目参与者的能耗与项目之前的能耗相比较，然后将得出的用能情况变化与对照组的用能情况变化相比较。

对来自能效项目的节能量的评价可以发生在不同的粒度等级，取决于项目管理者和各州的规管政策的需要：

- 一个或多个能效措施的平均节能量
- 在终端使用上的平均节能量 (可能已在此实施了多项措施)
- 在项目上的平均节能量 (针对一个或多个终端使用)
- 在项目组合上的平均节能量 (实施了多项措施)

开展的评价研究类型通常随时间而变化。在美国，Messenger et al. (2010) 发现在实施大规模的能源效率项目上有丰富经验的地区倾向于依靠在措施上的估计节能量，因

为需要这些输入来评估项目的成本效益以及项目节能量在规划与实现之间的差别。然而有一些正在加强能效的州在评价工作的初期侧重在项目上的节能量，过了一段时间后才报告在最终使用上和措施上的节能量。

计量总节能量的方法

有几种在成本、精度、不确定性上有所不同的数据分析方法可用于计量总节能量。大多数的监测和评价活动都着重在采集测量数据上；如果没有采集到测量数据，则只能依赖工程计算和事前（认定）节能量（如上文所述）。最常使用认定节能量的能效项目类型是市场规模大的能效项目，与实施独特措施的定制能效项目正相反。数据分析方法包括基本统计模型、多变量统计模型（包括多元回归模型和有条件的需求模型），以及综合的方法。

这些方法都反映在评价规程和指导文件中，如 EVO 的国际能效检测与确认规程 (IPMVP)、加利福尼亚州公用事业委员会的加州评价规程、NAPEE 的能效项目影响模型指南。

评价的基本统计模型

比较实施能效措施之前和之后的能耗的统计模型是已经使用多年的一种评价方法。最基本的统计模型只是使用标准气候下的能耗数据来查看实施措施之前和之后的每个月账单数据（这对于取决于气候的措施尤其重要——例如供暖和降温设备、电冰箱等）。如果预计的节能量是占客户账单的相当大的部分（例如 10% 或更多），那么在措施的账单中应该见到该变化。较小的变化（例如 4%）也可能在收费数据中看到，但通常需要进行更复杂的收费分析过程。此方法可用于比较项目参与者和对照组的能耗变化。统计模型对正在实施多种措施的情况是最有用的。这种方法和以下的方法很少用于评价能耗很少的产品。

评价的多变量统计模型

在项目评价中，可能需要制定更详细的统计模型来更好地将能效项目的影响从其他也会影响能耗的因素中分离出来。这些更详细的方法一般使用多变量回归分析作为基本工具。回归方法只是从另一种途径来比较整个住宅单位或设施与对照组的能源使用，并使其他因素保持不变。回归方法可以帮助修正在数据收集和采样中的问题。如果采样过程过高或过低地代表了在项目参与者或对照组中特定类型的预测，回归方程可以

通过解释变量来捕获这些差别。两种经常应用的回归方法是有条件的需求分析和统计调整的工程模型。

终端使用的测量

特定终端用途的特定设备的节能量可以通过对终端使用的测量来度量。这种类型的测量是在通过改造来表现设备在各种负载条件下的性能的之前和之后进行。这些数据常常将运行和天气等的变化标准化。对终端使用的测量能减少测量误差（假定测量设备是可靠的）并减少模型中所需的控制变量的数目。此外，仪表能计算与其他终端使用负载无关的单项设备能源变化。

短期监测

短期监测是指进行测量即时或短时间内具体实物或能源的消耗特点的数据采集。进行这类监测是为了支持评价活动，例如工程研究、建筑模拟、统计分析等。可采取的监测类型有能效措施的抽样功率测量、灯或电机的运行时间测量、温度测量，或者是对需求的监测。短期监测正得到越来越多的重视，因为评价者认识到对于某些相对稳定并有可预期的运行特征的能效措施（例如商业照明和一些电机的应用），短期监测对精确程度的提高是几乎等于长期的测量，但成本只是其一小部分。为了说明在监测研究中所进行的活动类型，以下的示例介绍了电冰箱的监测调研计划：

- 1) 对从四个目标项目中抽出的样板家庭的 160 个现有电冰箱和 30 个新的能源之星替换产品进行每小时用电量和房间温度的监测；
- 2) 利用执行项目的人员去筛选潜在的现场，进行有关电冰箱和家庭现场的数据采集以及放置测量设备，并作为其日常的工作；
- 3) 在一年中均匀地分五次放置测量仪表，以反映不同的气候和其他季节性的影响；
- 4) 在放置后的两至三个星期内取回仪表；
- 5) 利用气候数据和有关电冰箱位置以及居民报告的温控器设定信息分析温度数据，以制定室内温度的模型；
- 6) 分析每个现场的使用量和温度数据以制定年度使用量的估计，对测量期间与估计的现场年度温度之间的温差作出修正；
- 7) 评估不同项目执行者的电冰箱审计方法，包括调整额定的使用量和短期的测量；

- 8) 基于在典型的现场审计中直接观察到的电冰箱和现场的特征，如额定的使用量、电冰箱的年龄和状况、家庭的人数、估计的室内温度等，尝试制定改善的电冰箱审计方法，并将这种方法的数值与短期(≤ 2 小时)测量相比较；
- 9) 评估新的替换电冰箱的用能量与它们的额定用能量的对比；
- 10) 在可行的情况下，基于项目执行者估计的节能量和来自详细数据的实际使用结果，制定项目节能量的调整因数；
- 11) 为现有的和新的电冰箱制定负载形状估计，以评估负载的影响。(Blasnik 2004)

综合方法

综合方法结合了多个上述的方法来建立一个更有力的分析工具。这些方法正迅速成为评价领域中指定的方法。最常见的综合方法是结合工程和统计模型，即将工程模型的结果用作统计模型的输入。这些方法通常称为统计调整的工程(SAE)方法或工程校准方法(ECA)。虽然它们可以提供更准确的结果，但是综合方法通常会增加复杂性和费用。为了在降低这些成本的同时又要保持高度的准确性，制定出了一系列相关的规程来利用高成本数据支持成本较低的数据。这些利用性的方法通常使用一种称为比率估计的统计估计方法，它可利用不同样本规模的数据集来产生对影响的估计。

最佳方法

没有一种方法会在所有情况下都是“最佳”的（无论是所有项目类型、评价问题，或某个特定项目的所有阶段）。各种方法的成本将会有所不同，选择评价方法时应考虑到项目的特点和负载在改造前的负荷类型和运行时间表。负载可以是不变的、可变的，或可变的但可以预测，运行时间表可以是已知（定时的开/关）或未知/可变的。监测方法可以根据负载类型和运行时间表来选择。

认定节能量的调整

标准评价工作极力建议在使用认定节能量(见上文)时，关键是要验证实施的样本以确保各项措施确实是按照使用认定节能量所规定的要求来实施和运行。在某些情况下，取决于措施和应用(家用或商业部门)，会对使用时间进行计量（因为在认定节能量的计算中这是一个关键的假设）。在美国，有八个州已经或正考虑设立一项审计要求来验证由能效项目产生的实施样本。(Messenger et al. 2010)

净节能量

净节能量是归因于能效项目的能耗和/或需求上的总变化。该变化可能包括明显的或不明显的影响，外溢效应、搭便车、能效标准、能源服务的水平和其他造成能耗或需求上变化的影响。(NEEP 2009) 确定能效项目的总节能量的评价测量方法是有完整的记载和相对标准化的。但是对于用以估计净节能量的方法和数值却是不很一致的。与用于调整总节能量的参数相反，净节能量的参数是无法直接测量的，因为它们至少有一部分是基于反事实的 - 在没有项目（干预措施）的情况下会如何 - 而不是真正发生的。这就是对净节能量会有争议的原因。在技术测量方法中要了解的最重要的概念之一是净节能量是一个行为指标，它以考量项目是如何影响参与者或市场上的人们的决策过程来调整总节能量。因此，净节能量的评价方法是度量决策行为的变化，评价方法必须记录项目是如何改变终端使用者的决策行为。另一个关键问题是如何评估能效项目的大范围“净”市场影响。

净节能量的概念是相当简单的：将在没有项目或干预措施之下也会发生的情况分离开后，项目或干预措施在节能方面产生了什么实质的影响？不幸的是，这个简单的概念在实践中是非常难度量的，特别是为了达到准确性或相似性的具体可靠性标准。这个问题在美国目前的实践中变得更加复杂，因为有两个会影响估计净影响的能力的普通条件。它们是定义和技术计量上的问题。

对于如何构成净能源影响的定义可以是州特定的，在某些情况下是项目特定的，要求定制测量方法以符合适用于特定规管地区的定义。在定义上的差别对估计以及所使用的评价方法有着很大的影响。例如在加利福尼亚州（从 2004 年至 2009 年），由加州公用事业委员会定义的净节能量是从总节能量中减去来自搭便车的节能量。在这种情况下，要将总节能量减少来表明由特定评价方法确定的项目引起的实施，即减去由其他因素驱使的实施所产生的节能量。以下的公式表示了目前加州的定义：

$$\text{净节能量} = \text{总节能量} - \text{搭便车}$$

另一方面，由纽约州的纽约公共服务委员会定义的净节能量是从总节能量中减去搭便车的节能量，然后加上来自参与者的外溢效应和市场影响的节能量。参与者的外溢效应是项目的参与者由于该项目而实行了额外的能效措施，但并没有获得对这些额外措施的项目激励。市场影响是在市场上的节能量，它们来自项目对市场 and 该市场的营运的影响（有时称为非参与者的外溢效应，因为这些终端使用者并没有参与项目和没有

得到对这些措施的项目激励），但能效市场是受到项目的影响。以下的公式表示了纽约州的定义：

$$\text{净节能量} = \text{总节能量} - \text{搭便车} + \text{参与者的外溢效应} + \text{市场影响。}$$

在一些州，市场的影响并不等于非参与者的外溢效应，因为项目的参与者和非参与者都会受到市场的影响。例如在威斯康星州，取决于不同的项目，对净节能量的评价是着重在以下中的一个：(1)搭便车，(2)搭便车和参与者的外溢效应，(3)搭便车以及参与者和非参与者的外溢效应，(4)没有按外溢效应的种类来进行分类的所有市场上的净影响。

由于项目的市场影响可能相等或大于该项目的总节能量，同样项目、同样措施的折扣退款、针对同样的顾客，在不同的州所产生的净影响程度会有很大的不同。仅在定义上的差别一项就会在比较项目之间的净影响中出现问题，尤其是各州的评价方法各有不同。同样在注重于碳排放的世界中，对净影响的定义会导致在两个制度不同的地区实行同样的项目时所报告的碳减排有很大的和重要的差别。

在解决了定义上的问题后，通常会通过监管机构的决定来建立一个专门用于该州的净节能量定义，与计量有关的技术问题也必须得到解决。净节能量的计量可以使用各种不同的方法来完成。

搭便车

对搭便车数量的评价可以是直接地或间接地。作出搭便车数量的直接估计的最常用方法是询问参与者在没有项目（也指对“除了项目以外”的讨论）的情况下会作出什么行动。根据对精心设计的调查问题的回答，将参与者分类为（是或不是）搭便车或给予搭便车的记分。然后按属于搭便车类的参与者的比例估算出预计的搭便车数量。这种方法在使用中会出现两个关键问题：(1)由于问卷调查的措辞和不可靠的自我申报而导致估算出的搭便车数量可能会很不准确；(2)没有估计误差的水平来调整可靠程度。

另一种作出搭便车数量的直接估计的方法是使用离散选择模型来估计项目对顾客实行措施的倾向的影响。离散选择是顾客对是否实行一项措施的决定。对离散选择模型的估计是用来确定各种特征的影响，包括项目的参与、实行措施的倾向。

一种计算搭便车数量的间接估计的方法是使用可能捕获该影响的帐单分析（如上文所述）来制定节能量的估算值，但并不将它与其他影响分隔开。但是回归模型是用于控制导致参与者和对照组之间的差别的因素（假设选择参与项目的顾客是不同于不参与的），而不是采用两个组别之间的简单差别。由回归模型确定的节能量代表着与参与者相关的节能量，由于包括搭便车的其他因素而超过对这些顾客所预期的变化。

外溢效应

外溢效应是指由于能效项目的出现而减少的能耗和/或需求，并且超过了参与者与项目有关的总节能量以及没有得到项目的财政或技术援助。（NEEP 2009）可以有参与者和/或非参与者的外溢效应。参与者的外溢效应是当项目参与者在参加了能效项目之后独立地实行能效措施或应用节能实践所产生的节能量。非参与者的外溢效应是指非项目参与者由于受到项目的影晌而实行能效措施或应用节能实践所产生的节能量。

类似于那些用来评价搭便车的方法，对外溢效应的估计是使用以下方法中的其中一个来确定的：（NAPEE 2007）

- a. 自我报告的调查，未经独立核实或审查的信息是由参与者和非参与者提供的。
- b. 强化的自我报告的调查，将自我报告的调查与访谈及文件的审查和分析相结合。
- c. 比较参与者和非参与者的能源与需求模式，对能效方案的了解，和/或他们愿意在能效方案与购买和安装它们的成本之间作出权衡的统计模型。
- d. 根据对历来类似项目的研究制定净-总节能量的比率（用该比率乘以总节能量可得出估计的净节能量）。

市场影响

市场影响的评价估计了由项目导致的市 场变化对鼓励未来能效项目的影晌。该评价注重于一个或多个项目所导致的市 场结构或功能的改变、或市 场上参与者的行为变化。（NEEP 2009; Vine 2012）在一般情况下，由此产生的市 场或行为变化会导致增加对能效产品、服务、实践的采用。虽然使用市 场影响评价可以评估所有种类的项目，但它们主要是与间接达到影响的市 场转型项目和目的是在市 场上产生长期影响的资源采集项目有关联。在美国只开展过几项对市 场影响的评价。（Vine 2012）表 22 显示了对一个空调项目进行的市 场影响研究中所分析的各类指标的举例。

表 22. NYSERDA 的保持凉快(Keep Cool)项目的指标

项目结果	短期成果	中期成果	长期成果
交出的空调器数量 补贴和其他奖励所支付的数值和美元价值 拆卸产品的数量和从废物中分流的材料数量 登出广告的数量、印象、广告价值 在活动中接触到的消费者数量 零售商在项目中的活动数量 收集旧的房间空调器(RAC)和过墙式(TTW)空调器的设施的数量。 打到热线电话的数量 网站的点击数量	对 NYSERDA 项目和能源之星意识的改变（消费者，多户住宅业主、相关的小型商业建筑业主和零售商） 电视广告与其他广告途径的有效性对比 零售人员的推销能力和知识 能源之星房间空调器和高效过墙式空调器 能源之星房间空调器和过墙式空调器的进货 提高收集旧设备的设施的可用性和使用 项目活动产生的即时峰值减低及功率和用电量的节省（由项目引起的项目内的销售量和项目外的销售量） 由于能源提示市场营销活动而造成的消费者行为变化所导致的即时峰值减低（负荷转移） 成本效益比率（如果可以适当地包括产品拆卸的环境收益）	购买能源之星产品所带来的预期收益 鉴于过去的能源之星经验而继续购买能源之星产品的可能程度 与其他人交流关于能源之星产品经验的密度和内容 零售商以他们的进货模式表明能源之星房间空调器和高效过墙式空调器对于他们是有盈利的 零售商(通过行动或言论)表示推广和销售能源之星房间空调器和高效过墙式空调器是有盈利的活动 功率和用电量的节省	结合其他的能源之星工作： -消除障碍 -循环再用旧产品以减少废物 -提高市场占有率和渗透 -持续的市场行为改变 -持续的节能 -减排

资料来源：NYSERDA 2004

以下的各种方法是用于市场影响评估的数据采集：(Vine 2012)

- a. 回顾项目的材料和相关的文献
- b. 回顾项目管理者的项目数据
- c. 回顾基准销售和市场的的市场数据（如建筑方法和规范的遵从性）
- d. 对顾客、零售商、分销商、制造商、承建商、顾问、建筑商、政府官员、项目管理人员、评价人员进行电话调查和面对面谈话
- e. 在家中(现场)的审计
- f. 进货盘点

以下的各种分析是在市场影响评估中进行的：(Vine 2012)

- a. 比较参与者和非参与者对能效方案的了解、购买行为、和/或他们愿意在能效方案与购买和安装它们的成本之间作出权衡的统计模型。
- b. 通过控制其他影响能效措施销售的因素，包括收入、教育、住房特点、公用事业收费等，分析意识、可用性、项目对特定能效产品价格的影响的多变量回归模型。
- c. 德尔菲法(Delphi)或专家小组方法，对总节能量以及技术和方法的渗透作出估计并呈交给小组成员，要求他们将节能量归因于能效项目和其他因素；最重要的是需要至少两轮德尔菲调查，将第一轮的结果汇总并呈交给第二轮调查，这样小组成员在制定最终的归因估计中可以相互理解和借鉴。

3.4.2. 数据的要求和来源

激励项目影响评价的数据要求将取决于评价的范围和预算，如表 23 所示。例如从同类研究的技术参考手册中取得的认定值比起进行原始的数据采集和统计分析会是一个便宜的多的评价选择。

表 23. 激励项目影响评价的必需和可选的数据要求和来源

数据类型	对于总节能量是必需还是可选	对于净节能量是必需还是可选	数据来源
每个产品或每个建筑的年度节能量	必需	必需	认定值、IPMVP 方法或统计分析
参与者和非参与者的数量	必需	必需	调查
规范因数 (HDD, CDD)	必需	必需	气象站
搭便车	可选	必需	调查、经济方法、认定值
参与者的外溢效应	可选	必需	调查、经济方法、认定值
市场影响 (参与者和非参与者的外溢效应)	可选	必需	调查、经济方法及市场分析
使用点到来源的换算系数	可选	可选	发电厂能源数据
排放因素	可选	可选	发电厂排放数据

如果只对总节能量感兴趣，那就只需要最前的三种数据。如果对净节能量感兴趣，则需要最前的六种数据。

由于能效措施的激励类型可以有很大的差别，所以与其相关的评价方法也会如此。虽然一些评价方法可以完全基于认定的节能量估计来规定，其他的评价方法是基于针对现场条件而定制和使用终端使用测量。虽然经常见到使用认定值来评价零售紧凑型荧光灯和电冰箱的折扣退款项目，但对那些并不常见的能效措施使用终端使用测量和其他形式的监测方法也很常见，如图 42 所示。在它们之间，调查通常用于作为修改认定值或证实监测结果的一种方式。

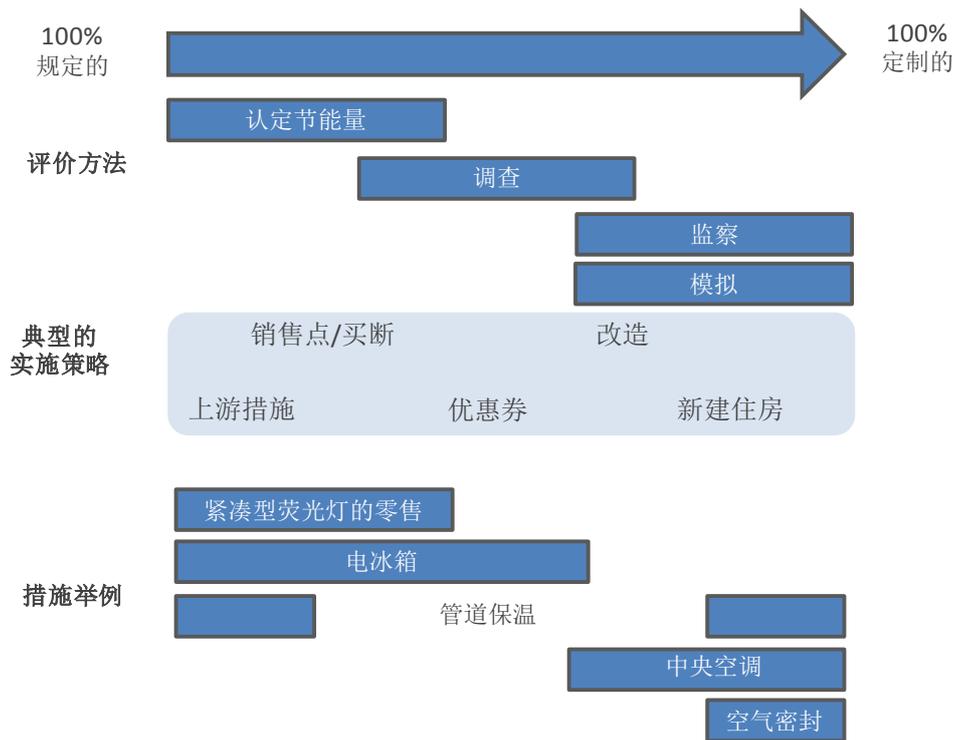


图 42. 规定的与定制的评价方法和相关的执行策略和措施

资料来源： 改编自 Dent and Enterline 2012

3.4.3. 计算举例

本节将提供美国激励评价的重要范例来说明如何计算总节能量和净节能量的估计，包括对如搭便车数量等的调查举例。对缅因州提供紧凑型荧光灯折扣优惠券的能效项目进行的研究始于认定节能量的估计，然后根据从 400 个电话调查中收集到的数据进行了修改。以下方程是用于计算每个产品的总节能量和总的需求减少：

$$\text{总节能量} = ([UEC_b - UEC_e] * \frac{\text{使用时间(小时)}}{\text{天}} * \frac{\text{天数}}{\text{年}} * \text{正在使用中的比率}) / \frac{1000 \text{ Watts}}{\text{kW}}$$

$$\text{需求减少} = \text{措施的数量} * ([UEC_b - UEC_e] * \text{正在使用中的比率}) / \frac{1000 \text{ Watts}}{\text{kW}}$$

在这个方程式中，变量包括了 UEC、使用时间、正在运行中的比率（购买的紧凑型荧光灯中有多少是在使用中）。“缅因州能效”最初假定正在运行中的比率是 100%和每日使用 2.7 小时。在进行了电话调查后，该数量有了很大的改变，如表 24 所示。例如正在运行中的比率实际上只有 60-72%。使用的时间范围是从 2.3 到 4.8 小时。

表 24. “缅因州能效”的紧凑型荧光灯折扣和优惠券项目评价的主要研究参数

	紧凑型荧光灯折扣	2003-2005 年紧凑型 荧光灯优惠券	2006 年紧凑型 荧光灯优惠券
产品数量	199,336	283,591	545,192
所减少的功率 (瓦)	45	45	45
每天的使用时间(小时)	4.8	2.3	3.2
正在运行中的比率	60 %	72 %	66 %
假定寿命 (年)	4.6	9.5	6.8
每件产品的年度总节能量 (kWh)	47	27	35
总节能量 (MWh)	43,375	73,279	128,605
搭便车的比率	29 %	20 %	20 %
外溢效应的比率	23 %	46 %	30 %
净-总节能量的比率(1 + 外溢效应 - 搭便车效应)	0.94	1.26	1.10

资料来源: NMR 2007a

采用从调查中得到的正在运行中的比率计算出所减少的需求为 22.1 兆瓦。大多数的能效研究要设法了解有多少这种需求减少量与高峰需求相重合(例如紧凑型荧光灯是否在高峰需求期间运行?)。“缅因州能效”将冬季工作日下午的 5-7 时作为其冬季高峰期。根据电话调查, 项目中安装的紧凑型荧光灯平均有 33.6%的时间都在这段时间内开灯, 从而将需求减少量减低到高峰应急需求减少量的 7.5 千瓦。

下一步涉及到估计搭便车效应及外溢效应的比率, 以便从总节能量中确定净节能量。

$$\text{净节能量} = \text{总节能量} * (1 + \text{外溢效应的比率} - \text{搭便车效应的比率})$$

在研究中将搭便车定义为在三个月之内并且在没有提供激励的情况下参与者自行作出的购买。在电话调查中, 评价人员获得了以下信息:

- 在参与购买计划之前对高效照明产品的认识
- 打算在参与购买计划的同时或在三个月之内购买产品
- 愿意支付平均零售价格 (每个灯 5 美元) 来购买特定数量的产品

同样, 外溢效应的购买也被定义为由于购买计划而购买的产品并且在没有任何优惠券之下但又受到计划的影响而作出的购买。受访者被问及是否会受到购买计划经验的影响而作出更多的购买。(NMR 2007a)

从这些电话调查中估计出搭便车的比率为 20-29%, 而外溢效应的比率是 23-46%。考虑到这两个因素的影响会在一定程度上相互抵消, 净-总节能量的比率最终变成不是非常

接近 1 就是大大超过 1。“缅因州能效”将从电话调查得到的数值与在美国东北部类似的项目评价研究结果相比较，如表 25 所示。

表 25. “缅因州能效”的紧凑型荧光灯项目评价与其他类似的地区性项目评价的关键数值比较

	正在使用 中的比率	瓦数减少率	每天的使用 时间	搭便车的比率	外溢效应的 比率
目前的研究结果	66 %	45.0	3.2	20 %	30 %
2004 年 MA /RI/VT 州的研究	62 %	48.7	2.7	11 %	22 %
2002-2003 NH 州的住宅照明项目研究	62 %	40.9	4.7	19 %	4 %
2000-2001 东北公用事业的 SLC/RL 研究	70 %	52.0	3.4	-	-
1998 Starlights 研究	73 %	54.8	3.4	-	-

资料来源: NMR 2007a

纽约州能源研究与发展局 (NYSERDA) 在 2004 年对能源之星房间空调器 (AC) 的折扣退款项目进行的研究中采用了独特的跟踪方法来验证购买的和退役的空调器产品的效率。除了向在购买新设备时交出的旧设备提供折扣退款外, NYSERDA 也外判了两家公司来回收和再利用交出的旧空调器, 同样也向零售商支付存储奖励来补偿提供旧空调器的收集和存储设施的储存费用。以旧换新的奖励最初是每台 75 美元, 随后降至每台 35 美元, 原因是能源之星房间空调器的价格与非能源之星房间空调器相比正在不断下降。储存方面的奖励是每台 15-25 美元。由于所有交出的旧空调器都收集在集中的地点而且也对零售数据进行跟踪, 所以 NYSERDA 可以验证每台退役的空调器和每台购买的空调器的型号和效率。计算节能量所需的年度运行时间是以地区的冷度日的天数来确定。(NYSERDA 2004)

在 2007 年对一个马萨诸塞州的能源之星洗衣机折扣退款项目的研究中详细介绍了如何估计搭便车的数量。在项目中对 CEE 2 级和 3 级的产品提供折扣退款(更详细的产品效率信息见表 26)。

表 26: 马萨诸塞州能源之星折扣退款项目的洗衣机效率规格总结

年份	联邦标准	能源之星	CEE 1 级	CEE 2 级	CEE 3 级
2006	> 1.04 MEF	> 1.42 MEF	> 1.42 MEF, < 9.5 WF	> 1.60 MEF, < 8.5 WF	> 1.80 MEF, < 7.5 WF (A) < 5.5 WF (B)
2007	> 1.26 MEF	> 1.72 MEF, < 8.0 WF	> 1.80 MEF, < 7.5 WF	> 2.00 MEF, < 6.0 WF	> 2.2 MEF, < 4.5 WF

资料来源: NMR 2007b;注: MEF = 修改的能源因数; WF = 水因数

电话调查是对随机选择的计划参与者(那些已经购买了能源之星洗衣机并已收到折扣退款)进行的。最初的问题是让参与者表达对能源之星的熟悉程度, 而有关搭便车的问题是让参与者回答在没有激励的情况下也会购买能源之星型号的可能性。表 27 列出了所有的问题。

表 27. 能源之星洗衣机项目评价中用来确定搭便车数量的调查

<p>ES1. 您对家用产品上的能源之星标识熟悉吗？这是一个印有“能源”字样和一颗五角星的蓝白色的标签。能源之星标识是环境保护局 — 环保局 — 和能源部用来为消费者辨别和标志高度节能的家用电器和其他产品。在此说明之前，您对能源之星标识的熟悉程度有多少？您可以说您是：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 非常熟悉 2. 有点熟悉 3. 稍有熟悉，或 4. 在阅读此说明之前对其完全不熟悉？ [跳到 #FR1] 5. （不知道） [跳到 #FR1]
<p>ES4. 您是否认为所有能源之星达标的洗衣机在能源效率上都是差不多的，或有一些能源之星认证型号的能源效率比其他的型号高很多？</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 所有的能源效率都是差不多 2. 有一些的能源效率是比其他的高很多 3. （不知道）
<p>FR1. 如果您没有收到[公司]送出的 100 美元折扣退款，您是否有可能已经以零售全价购买相同的洗衣机？使用从 0 到 10 的可能性等级，其中 0 是“肯定会选择另一种不同的型号，”而 10 是“肯定会选择相同的型号，即使没有折扣退款。” [11 = 不知道]</p>
<p>FR2. [如果#FR1 < 7 和 #ES1 ≤ 3] 如果您没有收到[公司]送出的 100 美元折扣退款，您是否有可能已经购买了能源之星达标的洗衣机型号？使用从 0 到 10 的可能性等级，其中 0 是“肯定会选择另一种不同的型号，”而 10 是“肯定会选择相同的型号，即使没有折扣退款。” [11 = 不知道]</p>
<p>FR3. [如果#FR2 > 6 和 #ES4 = 2] 如果您没有收到 100 美元的折扣退款，您是否会已经购买了最低能效的能源之星达标型号、中等能效型号、或高能效型号？</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 最低能效型号 2. 中等能效型号 3. 高能效型号 4. （不知道）

资料来源：NMR 2007b

使用从调查中收集的回应，评价人员设计了以下的算法来确定从非搭便车到完全搭便车的搭便车程度。表 28 描述了该算法。例如，搭便车的第一个问题会直接询问参与者是否在没有激励之下已经购买了能源之星型号，完全搭便车者是对该问题作出肯定的回答(在 10 个等级中的 7-10 级)。

表 28. CEE 3 级产品购买者中的搭便车数量的算法

搭便车程度	问题 FR1	问题 FR2	问题 FR3
非搭便车	回答 0-6 的以及回应者对 #ES1 表示并不知道能源之星标识	所有回答 0-6 的	无
部分：CEE 第 1 级	不适用	回答 7-10, 如果回应者不知道#ES4 的不同等级的能源效率	回答 1
部分：CEE 第 2 级	不适用	不适用	回答 2
部分：CEE 第 3 级	不适用	不适用	回答 3
完全搭便车	回答 7-10	不适用	不适用

资料来源：NMR 2007b

此项研究发现搭便车的情况高达 78%。从表 29 中可以看出 CEE 3 级折扣退款的结果。

表 29. 自我报告的搭便车量估计

	3 级折扣退款	百分比
非搭便车	3,425	12%
部分搭便车 – CEE 1 级/普通 ES (2006—MEF 1.42)	571	2%
部分搭便车 – CEE 2 级(2006—MEF 1.6)	285	1%
部分搭便车 – CEE 3 级(2006—MEF 1.8)	571	2%
完全搭便车	22,822	78%
不知道		5%
共计	27,674	100%

资料来源: NMR 2007b;

注: 红色方框是与表 30 中的红色方框相一致以表示相同的数值

评价人员使用类似于在第 3.3.1 节中描述的美国产品存量模型中使用的生存函数确定了洗衣机的平均寿命为 14.6 年, 如图 43 所示。

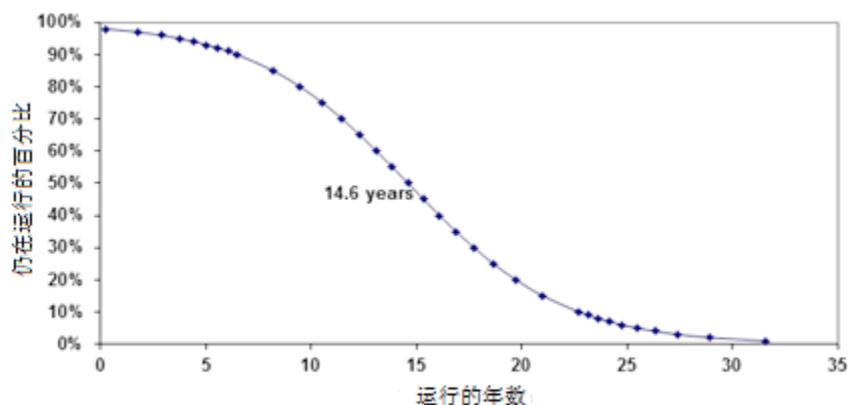


图 43. 洗衣机的生存函数

生存函数有助于确定哪些在折扣退款的年份中购买的产品仍然会在未来的岁月中使用。然后可以根据搭便车的数量和 UECe 值计算出项目的寿命期总节能量, 如表 30 所示。

表 30：基于自我报告的搭便车数量所估计的寿命期节电量

年份	%在使 用中	3级的产品数量				3级的节电量 (兆瓦小时)				
		非搭 便车	部份搭 便车1	部份搭 便车2	部份搭 便车3	非搭 便车	部份搭 便车1	部份搭 便车2	部份搭 便车3	3级的总 节电量
2006	98%	3,425	571	285	571	1,306	117	41	49	1,513
2007	97%	3,399	567	283	567	1,296	116	40	49	1,502
2008	96%	3,366	561	280	561	1,284	115	40	49	1,487
2009	95%	3,323	554	277	554	1,267	113	40	48	1,468
2010	93%	3,268	545	272	545	1,246	111	39	47	1,444
2011	91%	3,199	533	267	533	1,220	109	38	46	1,413
2012	89%	3,113	519	259	519	1,187	106	37	45	1,376
2013	86%	3,008	501	251	501	1,147	103	36	43	1,329
2014	82%	2,879	480	240	480	1,098	98	34	42	1,272
2015	78%	2,726	454	227	454	1,040	93	32	39	1,204
2016	73%	2,549	425	212	425	972	87	30	37	1,126
2017	67%	2,349	391	196	391	896	80	28	34	1,038
2018	61%	2,130	355	177	355	812	73	25	31	941
2019	54%	1,897	316	158	316	724	65	23	27	838
2020	47%	1,660	277	138	277	633	57	20	24	733
2021	41%	1,426	238	119	238	544	49	17	21	630
2022	34%	1,204	201	100	201	459	41	14	17	532
2023	28%	999	167	83	167	381	34	12	14	441
2024	23%	817	136	68	136	312	28	10	12	361
2025	19%	660	110	55	110	252	22	8	10	292
2026	15%	527	88	44	88	201	18	6	8	233
2027	12%	417	69	35	69	159	14	5	6	184
2028	9%	327	54	27	54	125	11	4	5	144
2029	7%	255	43	21	43	97	9	3	4	113
2030	6%	198	33	16	33	75	7	2	3	87
2031	4%	153	25	13	25	58	5	2	2	68
2032	3%	118	20	10	20	45	4	1	2	52
2033	3%	91	15	8	15	35	3	1	1	40
生命期的节电量 (兆瓦小时)										21,861

资料来源：NMR 2007a

注：红色方框是与表 29 中的红色方框相一致以表示相同的初始数值，而正在使用的%是来自生存函数。

评价激励项目的方法有很多，评价人员会使用一些独特的方法来确定总和净节能量。在一般情况下，在评价激励项目中使用得最多的调查是作为提高对总和净节能量估计的准确程度以反映实际的项目影响的一种途径。要根据措施的类型和范围来仔细权衡调查和评价的费用与评价的准确程度之间的平衡。

3.5. 从节能到减少碳排放

对从总和净节能量来计算所减少的碳排放量的方法的完整介绍是超出了本报告的范畴。在一般情况下可以采用几种方法，包括：

- 平均碳排放乘法

- 以每小时加权的平均碳排放乘数法
- 以每小时排出的碳排放来计算的方法

但是在将节能量转换成碳减排量时会存在一些不确定性，包括：

- 所节省的燃料类型
- 对发电设施效率的影响
- 在每年 8760 个小时中产生节能的时间
- 任何一个时间的发电混合对于节能量的有效使用寿命
- 发电设施的循环周期情况或如何准确地预计产品的循环周期与需求和节能的关系
- 节能量预测的有效使用寿命

4. 结论

在大多数评价手册中首先建议的是取得高质量的数据并尽早开始采集它们。本报告突出了本文中一系列广泛的国际方法和研究，显示了一系列可用的评价选择方案。评价标准和标识影响的基本要求是用以建立工作产品模型的家电销售的高质量数据集。有几种方案可以提高评价估计的准确程度，例如使用调查、计量数据、或实验室的测试数据来计算合规率和修正因数。在测量从基准模型到高效模型的单台能耗变化时，可使用认定节能量并在预算许可之下进行一定数量的现场测量后再验证或修改。在评价激励项目时，许多评价者使用各种调查方式来计算净总比以考虑参与者的行为与市场的互动。在一般情况下，大多数评价者都同意一套基本的家电能效项目评价方法，但用于采集必需和可选数据的方法就有很大不同，而且带有不同的成本。

鸣谢

我们要对能源基金会的中国可持续能源项目和国际电器标准标识合作组织 (CLASP) 对本项目提供的资助表示深深的感谢。我们特别要感谢 Kevin Mo 和 Steven Zeng。我们还要感谢 Steve Kromer 和 CLASP 对本报告进行了很有帮助的审核。

这项工作是由能源基金会的中国可持续能源项目和国际电器标准标识合作组织 (CLASP) 通过美国能源部合同 DE-AC02-05CH11231 所支持。

参考文献

- Blasnik, M., 2004, “测量和验证家用电冰箱的能源使用：最后报告，2003年—2004年测量研究。”
- Broc, J. et al, 2009, “统一节能的自下而上评价方法的发展进程” Wuppertal, 德国：EMEEES。
- Brown, M., Nevius, M., 2007, “实现能效政策目标的评价方法：测量与非测量的资源，”对 IPU 先进的监管研究项目的报告。
- [CNIS] 中国标准化研究院，2012，年“中国用能产品能效状况白皮书（2012年），”北京，中国：中国标准出版社。
- [CPUC] 加利福尼亚州公用事业委员会，2006，“加州能源效率评估规程：专业评价人员的技术、方法和报告要求。” San Francisco, CA: 加利福尼亚州公用事业委员会。
- [CPUC] 2008，“加州长期能效战略计划。” San Francisco, CA: 加利福尼亚州公用事业委员会。
- Dent, S., Enterline, S., 2012, “能效项目：认定节能量和技术参考手册”（美国）环保局能效评价、测量和验证网上研讨会系列。
- [DOE] 美国能源部，2011a, “支持家用电冰箱、冷藏冷冻箱、冷冻箱的节能标准的技术支持文件。” Washington, DC: 能源部。
- [DOE] 美国能源部，2011b, “支持家用电冰箱、冷藏冷冻箱、冷冻箱的最终规则分析工具，” Washington, DC: 能源部。
- Ecofys et al, 2006, “监测、评价和制定能效政策的导则 - 政策理论如何能指导监测和评价工作和支持 SMART 政策的制定，” Utrecht, 荷兰：关于能源效率的欧洲指令(AID-EE)。
- [EVO] 效率评定组织，2012, “国际绩效测量和验证规程：确定节能和节水的概念和选择，第 1 辑”
- [EE Strategies] 能效的策略，2002, “对澳大利亚能效标准和标识项目的评价：向澳大利亚温室办公室和全国家电及设备能效委员会的报告” Canberra, 澳大利亚：澳大利亚气候变化和能源效率部。
- [EE Strategies] 能效的策略，2010, “对澳大利亚家用冷冻设备的能效政策措施的评价” Canberra, 澳大利亚：澳大利亚气候变化和能源效率部。
- 能源市场的创新，2011, “消费电子电视项目的市场进展评价报告，”由西北能效联盟编写。
- [EPA] 美国环境保护局，2011, “2010 年全国对能源之星®的意识：对 2010 年节能协会（CEE）家居调查的分析，” Washington, DC: 环保局空气和辐射办公室，气候保护合作伙伴司。
- Greenblatt, J., Hopkins, A., Letschert, V., Blasnik, M., 2012, “美国的家用电冰箱和冷冻箱用能情况：基于家庭和气候特征的函数推导，” *能源效率*(2012): DOI 10.1007/s12053-012-9158-6。

- Homan, G., Sanchez, M., Brown, R., 2010, “有能源之星标记的产品在 2009 日历年的项目收益。” Berkeley, 加利福尼亚州: 劳伦斯伯克利国家实验室。
- Itron, 2011, “DEER 数据库: 2011 年更新的文件, ” 加州公用事业委员会。
- Jayaweera, T., H. Haeri, A. Lee, S. Bergen, C. Khan, A. Velonis, C. Gurin, M. Visser, A. Grant, and A. Buckman, 2011, 能效评价、测量和验证文件和措施节能量的全国数据库的可行性评价的范围研究。Berkeley, 加利福尼亚州: 劳伦斯伯克利国家实验室。
- KEMA Inc., 2005, “CREST: 加州住宅效率饱和度工具, ” <http://calresect.kemainc.com/>
- Kushler, M., Nowak, S., White, P. , 2012, “对各州评价纳税人资助的能效项目的政策和实践的全国性调查。” Washington, DC: 美国高效能源经济理事会。
- Lapillonne, B., D. Bosseboeuf, and S. Thomas, 2009 , 节能量的自上而下评价方法: 总结报告, Grenoble, 瑞士: Enerdata ; 巴黎, 法国: ADEME ; Wuppertal, 德国: Wuppertal 研究所。
- Larsen, TF, Petersson, K., Naeraa, R. , 2012, “最低能源性能标准(MEPS)和能源标识对全国影响的估算工具” 罗马, 意大利: 国际能源项目评价会议, 2012 年 6 月。
- Larsonneur, P., et al, 2009, “EMEES 自下而上的应用实例 5: 节能冷冻家电和洗衣机, ” Wuppertal, 德国: EMEES。
- Luttmer, M., et al, 2006, “荷兰家电标识的评价, ” Utrecht, 荷兰: 关于能源效率的欧洲指令 (AID-EE)。
- McNeil, M. et al, 2008, “全球能效标准和标识项目的潜力, ” Berkeley, CA: 劳伦斯伯克利国家实验室, 2008 年 11 月, LBNL-760E。
- McNeil, M. et al, 2011, “美国的能效工作对减轻气候变化及经济和社会效益的支持的商业案例” Berkeley, CA: 劳伦斯伯克利国家实验室, 2011 年 6 月, LBNL-4682E。
- McNeil, M., Letschert, V., de la Rue du Can, S., Ke, J., 2012, “自下而上的能源分析系统 — 方法和结果, ” Washington, DC: 国际电器标准标识合作组织。
- Messenger, M., R. Bharvirkar, B. Golemboski, C. Goldman, and S. Schiller, 2010, “用来估计负载的影响和能效项目的效应的审查评价、测量和验证方法。” Berkeley, CA: 劳伦斯伯克利国家实验室。
- Meyers, S. et al, 2011, “1987-2010 年实行的美国联邦节能和节水标准对能源和经济的影响, ” Berkeley, CA: 劳伦斯伯克利国家实验室, 2011 年 12 月, LBNL-5291E。
- Meyers, S., McMahan, J., Atkinson, B., 2008, “美国家用和商业电器的能效标准的实际和预期影响, ” Berkeley, CA: 劳伦斯伯克利国家实验室, 2008 年 3 月, LBN- 63017。
- [NAPEE]全国能效行动计划, 2007, “建立能效项目影响评价模型的指南, ” Washington, DC: 美国环境保护局和能源部。

- 加拿大自然资源部, 2012, “改善在加拿大的能源绩效。” Ottawa, 加拿大, 加拿大自然资源部。
- [NMR] Nexus 市场研究, 2007a, “评价缅因州高效照明项目的实施过程和影响,” Cambridge, MA: Nexus 市场研究。
- [NMR], 2007b, “2006 年马萨诸塞州能源之星家电项目洗衣机部分的净影响估计,” Cambridge, MA: Nexus 市场研究。
- [NYSERDA]纽约州能源研究与发展局, 2004, “纽约 Energy Smart 项目评估和状况报告: 最终报告, 第 2 辑,” Albany, NY: 纽约州能源研究与发展局。
- [NEEP]东北地区能效合作伙伴, 2009, “术语 (1.0 版),” Lexington, MA: NEEP。
- [NEEP], 2010, 大西洋中部地区的技术参考手册, 1.1 版。
- Quantec, 2007, “全州范围规范和标准的市场采纳和不合规率,” Portland, OR: Quantec
- Research Into Action et al, 2010, “支持更新 BPA 的测量和验证规程的研究。”
- RLW Analytics, 2008, “家用房间空调器的同时因数研究,” Lexington, MA: NEEP。
- Schiller, S., C. Goldman and E. Galawish, 2011, “全国能效评价、测量和验证 (EM & V) 标准: 问题和实行要求的范围研究,” Berkeley, CA: 劳伦斯伯克利国家实验室, LBNL-4265E。
- [SoCal Edison]南加州爱迪生公司, 2009, “SCE 的 2009 年-2011 年能效项目规划的实施计划,”
- SRC International, NOVEM, et al, 2001, “欧洲需求侧管理和能效服务项目的事后评价指南,” SAVE 项目编号 XVII/4.1031/P/99-028。
- TecMarket Works, 2004, “加利福尼亚州的评价框架,” San Francisco, CA: 加利福尼亚州公用事业委员会。
- Ting, M., Rufo, M., 2010, “温故知新: 将项目评价与能效规划研究挂钩,” 依靠能源项目: 这就是为何评价是很重要的, 巴黎, 法国: 国际能源项目评价会议, 2010 年 6 月。
- Van Buskirk, R., 2012, “采用曲线拟合方法来估计市场效率的改进和促进 (工作文件),” Washington, DC: 美国能源部。
- 佛蒙特州能源投资公司 (VEIC), 2010, “俄亥俄州的能效技术参考手册,”
- Vine, E. 2012, “转变加州的能效市场: 从加州市场影响研究得到的主要调查结果、经验教训和今后的方向,” 2012 ACEEE 建筑能效的夏季研究报告。Washington, DC: 美国高效能源经济理事会。
- Vine, E. et al, 2012, “能效项目评价中出现的新问题: 美国的经验,” 能源效率(2012) 5:5-17。
- Vine, E., Sathaye, J., 1999, “为减少气候变化的能效项目的监测、评价、报告、验证和认证导则。”

Vine, E., C.H. Rhee, and K. Lee, 2006, “能效项目的测量与评价：加利福尼亚和韩国，” *能源* 31: 1100 - 1113。

Vreuls, H. et al, 2009, “一般的自下而上数据采集、监测和计算方法，” Wuppertal, 德国: EMEES.

Vreuls, H., 2005, “评价能效政策措施和需求侧管理项目：第 1 辑，评价指南，” 巴黎，法国: 需求侧管理技术和项目 (IEA-DSM) 的国际能源机构执行规程。

Waide, P. 1997, “电冰箱：欧洲市场的发展。” 家用电器的能效。P. Bertoldi, A. Ricci, and B. Wajer, eds. Springer。

Wiel, S., 2002, “能效经验：标准、标识和其他能效政策。” 在亚太经合组织的报告。

Wiel, S., McMahon, J., 2005, “能效标识和标准：家电、设备和照明的指南，第 2 版，” Washington, DC: 国际电器标准标识合作组织(CLASP)。

Wuppertal 研究所, 2009, “为能源服务指令测量和报告节能量 — 如何进行，” Wuppertal, 德国: EMEES。